

Riku Niiranen

Autodesk Revit -prosessit korjausrakennesuunnittelussa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

23.3.2018

Tekijä Otsikko	Riku Niiranen Autodesk Revit -prosessit korjausrakennesuunnittelussa
Sivumäärä Aika	47 sivua + 1 liite 23.03.2018
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine	Rakennetekniikka
Ohjaajat	Osastopäällikkö Sami Suomela, Ramboll Finland Oy Projektipäällikkö Kim Vikki, Ramboll Finland Oy Laboratorioinsinööri Matti Leppä
<p>Tässä insinööriyössä tavoiteltiin esitystapaohjeen luomista rakenteiden erottelusta piirustuksissa Ramboll Finlandin korjausrakentaminen ja tutkimukset -yksikölle. Esitystapaohje koski vain Autodeskin Revitillä tuotettuja piirustuksia ja kantavien rakenteiden objekteja. Ramboll Finland on päättänyt toteuttaa korjausrakennesuunnittelun suuremmat kohteet mallintamalla ja esitystapojen yhtenäinen ohjeistus tuli näin tarpeelliseksi.</p> <p>Insinööriyössä lähdettiin selvittämään tapoja, joilla muut yksiköt maailmalla hoitavat esitystavat kantavista rakenteista. Suomeen soveltuvimmista tavoista pyrittiin ottamaan mallia ja niiden avulla koottiin Ramboll Finlandin käyttöön oma esitystapaohje. Insinööriyön tuloksena laadittu esitystapaohje laitetaan koekäyttöön Kruununhaan yläasteen peruskorjausprojektiin. Koekäytön jälkeen esitystapaohje on tarkoitus liittää osaksi Ramboll Finlandin aloituspohjaa.</p> <p>Esitystapaohjeen laatiminen vaati Autodesk Revitin käytön opettelemisen lähes ilman aiempaa kokemusta. Kokemus hankittiin mallintamalla Kruununhaan yläasteen uusia ja purettavia rakenteita sekä muutamasta pienemmästä mallinnusprojektista. Lisäksi esitystapaohjeen laatimiseksi työssä tutustuttiin hatchien eli täyttökuvioiden luomiseen AutoCADillä ja Revitillä sekä opeteltiin viemään esitystapaohjeeseen laaditut tiedot Revitin materiaalikirjastoon.</p>	
Avainsanat	korjausrakentaminen, tietomallintaminen, Autodesk Revit

Author Title	Riku Niiranen Autodesk Revit processes in renovation design
Number of Pages Date	47 pages + 1 appendice 23 April 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Professional Major	Structural Engineering
Instructors	Sami Suomela, Department manager, Ramboll Finland Oy Kim Vikki, Project manager, Ramboll Finland Oy Matti Leppä, Laboratory Engineer
<p>The goal of this study was to create instructions for the manner of representation on how to separate structures in drawings. The study was assigned by Ramboll Finland's refurbishment and property survey unit. Ramboll Finland had made a decision to utilize building information modelling in all fairly large projects. However, uniform instruction on separating different structures in the model were not yet settled. This created demand for clear guidance for which purpose the present study was made, creating guidance to achieve a uniform manner in all Autodesk Revit models.</p> <p>The instructions introduced here, considering the manner of representation, are valid only for drawings made with Autodesk Revit. The study was made side by side with a pilot project; the design of Kruunuhaka secondary school refurbishment.</p> <p>The study consists of two main parts; the written part and the instructions for the manner of representation. The main focus of the study was in the instructions and finding solutions for the representation. To be able to find the solutions, deep insight on the use of Revit was necessary for the author. Furthermore, interviews with Swedish and British colleagues were carried out to find solutions.</p> <p>In addition to the data collected from the Revit users, the data and possible solutions were gathered from Building Information Foundation databases, to create a credible source of information for the study.</p> <p>As a result, instructions for the manner of representation were created. The instructions were immediately taken in to test in the pilot project which is introduced whit in study. After a successful test, the tools made as part of the study, will be included in Ramboll Finland's project template in Autodesk Revit.</p>	
Keywords	Refurbishment, Building Information Modeling, Autodesk Revit

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Tausta	1
1.2	Työn tavoitteet ja tutkimusmenetelmät	1
1.3	Työn rajaukset	2
2	Tietomallintaminen	2
2.1	Tietomallintaminen yleisesti	2
2.2	Yleiset tietomallivaatimukset	4
3	Korjausrakentamisen tilanne	6
3.1	Suomen rakennuskanta ja sen nykytilanne	6
3.2	Tietomallintamisen tilanne korjausrakentamisessa	8
4	Autodesk Revit	10
4.1	Yleistä	10
4.2	Project browser eli projektipuu	16
4.3	Autodesk Revitin käyttö	16
4.3.1	Autodesk Revit yhteensopivuus	19
4.3.2	Projektipohja	20
4.3.3	Referenssitiedostojen tuonti	20
4.3.4	Familyt	20
4.3.5	Dynamo	22
4.4	Autodesk Revitin käyttötilanne Rambollilla	23
5	Kruununhaan yläaste – pilottiprojektin taustoja	24
5.1	Kruununhaan yläasteen rakenteet	24
5.2	Suunnitteilla oleva peruskorjaus	25
5.3	Kohteen tietomallintaminen	26
6	Esitystapaohjeen laatiminen	27
6.1	Uusien ja vanhojen rakenteiden erottelu Rambollilla maailmalla	28
6.2	Uuden ja vanhan rakenteen erottelu Ramboll Finlandilla	31

6.3	Koetulostukset	32
7	Revit kantavien rakenteiden erottelu	35
7.1	Ratkaisu uusien ja vanhojen rakenteiden erotteluun	35
7.2	Materiaalien listaus ja erottelu	37
7.3	Ratkaisuihin päätyminen	40
8	Kehitysmahdollisuudet	41
9	Yhteenveto	43
	Lähteet	46
	Liitteet	
	Liite 1. Esitystapaohje	

Lyhenteet ja termit

ASKO-malli	Asuinrakennusten teknisen korjaustarpeen ennakointimalli
AutoCAD	Autodeskin suunnittelutyökalu, jolla voidaan luoda 2D- ja 3D-piirustuksia.
BCFzip	<i>Building Collaboration Format (eng.)</i> , avoin tiedonvälitysmuoto, jota ylläpitää suomalainen buildingSMART
BIM	<i>Building Information Modeling (eng.)</i> , rakennuksen tietomallintaminen
DWG	AutoCADin tiedostojen alkuperäinen tiedostomuoto
gbXML	Tiedostomuoto, jolla mahdollistetaan erilaisien 3D-mallien ja arkkitehtuuri tai insinöörianalyysiohjelmien tietojen jakaminen keskenään
IFC	<i>Industry Foundation Classes (eng.)</i> , Tietomallipohjaisessa rakennussuunnittelussa käytettävä tiedonsiirtomuoto oliopohjaiseen tiedonsiirtoon.
pat	Autodeskin AutoCADin ja Revitin rasteritäyttöjen tiedostomuoto
Pistepilvi	Laserkeilaamalla tuotettu kolmiulotteinen pistejoukko, joka koostuu miljoonista pisteistä. Pistepilvi sisältää kaikki näkyvät pinnat mitta-alueella.
YTV	Rakennustietosäätöön yleiset tietomallivaatimukset

1 Johdanto

1.1 Tausta

Tämä insinööritoimisto tehdään Ramboll Finland Oy:n tilauksesta korjausrakentaminen ja tutkimukset -yksikölle. Rakentamisen tietomallintaminen on yleistynyt kovaa vauhtia etenkin uudisrakentamisen puolella, mutta vähitellen myös korjausrakentamisessa. Rambollilla ei kuitenkaan vielä ole yhtenäisiä käytäntöjä siitä, miten eri tietomallin asioita tulisi esittää piirustuksissa, kun on kyse eri aikakausien rakenteista.

Tietomallintaminen on ehdottomasti tulevaisuutta myös korjausrakentamisen kohteissa, joissa rakenteelliset muutokset ovat suuria. Rambollilla on tehty päätös lähtökohtaisesti mallintaa kaikki korjausrakennesuunnittelun suuremmat kohteet pilottiprojektien avulla. Rakennusalan rakennesuunnittelun tietomallinnusta hallitsee tällä hetkellä kaksi ohjelmaa: Tekla Structures ja Autodesk Revit. Tässä työssä keskitytään Autodeskin Revit -ohjelmistoon, sillä sen koetaan olevan mukautuvaisempi korjausrakennesuunnittelun tarpeisiin siinä missä Tekla Structures on mahdollisesti mukautuvaisempi valmisosasuunnittelussa.

1.2 Työn tavoitteet ja tutkimusmenetelmät

Työn tavoitteena on tuottaa Autodesk Revit -esitystapaohje Ramboll Finlandin Revit aloituspohjaan. Esitystapaohje sisältää piirrosmerkkien kaltaisia 3D-objekteja. Työssä pyritään myös ottamaan kantaa, miten olisi selkeintä esittää tietomallista saatava informaatio piirustuksilla siten, että eri aikakausien rakenteet olisivat mahdollisimman selkeästi luettavissa, jos aikakausien erottelulla koetaan olevan merkitystä. Pyrkimyksenä on myös selvittää, olisiko esimerkiksi piirustuksiin mahdollista sisällyttää QR-koodeja, jotka voisivat olla luettavissa mobiililaitteilla tai voisiko eri aikakausia erottaa toisistaan esimerkiksi värejä käyttäen, jos siitä koettaisiin olevan hyötyä.

Tutkimus suoritetaan haastatteluiden, kirjallisuustutkimuksen ja käytännön käytöllä pilottiprojektissa. Haastateltaviksi tavoitellaan Rambollin suunnittelijoita eri aloilta, joilla on käyttökokemuksia Autodeskin Revitistä. Lisäksi pyritään haastattelemaan yrityksen sisällä Revit-osaajia Norjasta, Iso-Britanniasta, Tanskasta sekä Ruotsista. Pilottiprojektina

tässä opinnäytetyössä toimii Kruununhaan yläasteen peruskorjaus. Kohde sopii tähän opinnäytetyöhön erinomaisesti niin aikataulullisesti kuin koetulostusten osalta. Kohteen ensimmäiset osat ovat valmistuneet 1800-luvulla ja laajennukset 1940-luvun jälkeen, minkä lisäksi kohteen muutostyöt ovat niin mittavat, että uusia ja olemassa olevia rakenteita tulee esiintymään piirustuksissa reilusti.

1.3 Työn rajaukset

Työssä toteutettava 3D-objektien esitystapaohje on päätetty rajata kantaviin rakenteisiin ja erityisesti tiili- ja betonirakenteisiin. Tämän lisäksi työ on rajattu korjausrakentamiseen, sillä uuden ja vanhan rakenteen erottelua ei esiinny uudisrakennuskohteissa. Tässä työssä puhuttaessa tietomallinnuksesta tarkoitetaan nimenomaan Autodesk Revitillä tehtävää tietomallinnusta. Työ ei ota kantaa Tekla Structuresiin, sillä Ramboll Finland Oy pyrkii korjausrakentamisen yksikössä toteuttamaan mallinnuksen nimenomaan Revitillä. Syynä tähän ovat käyttökokemukset, joiden perusteella Revit taipuu paremmin korjausrakentamisen tarpeisiin mallinnuksessa. Mahdollisesti myös Revitin huomattavasti edullisempi hinta suhteessa kilpailijaansa Tekla Structuresiin sekä sen käyttö kansainvälisesti on saanut rakennesuunnittelutoimistot kiinnostumaan Revitin mahdollisuuksista.

2 Tietomallintaminen

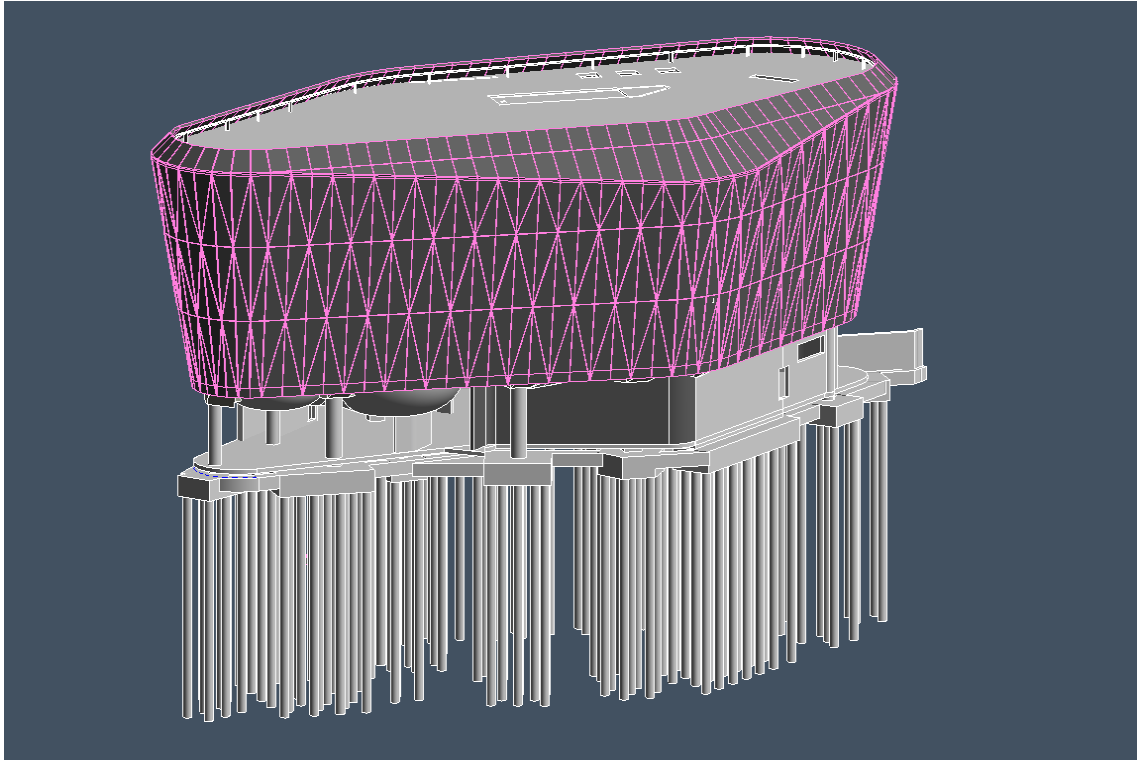
2.1 Tietomallintaminen yleisesti

Building Information Modeling (BIM) eli rakennusten tietomallintaminen, on 2000-luvulla rakennusten suunnittelussa yleistynyt suunnittelutapa [11. s.2-3]. Tietomallintamisen toimintaperiaatteiden ymmärtäminen on avain siihen, että toiminnassa kyetään hyödyntämään tietomallin liittyvät mahdollisuudet sekä rajoitukset. Tietomallinnettaessa asioita ei toteuta kuten perinteisessä viivapiirtosuunnittelussa. [7.] Tietomallinnuksella saavutetaan usein parempi ymmärrys kohteesta erityisesti hankalissa kohteissa, minkä lisäksi tietomallista on myös saatavilla osa hankalista leikkauksista ilman erillistä piirtämistä [15]. Perusidea tietomallinnuksessa on, että mallinnettuihin objekteihin liitetään aina tietoa objektista. Objektit eivät ole vain tietyn geometrian omaavia kappaleita, vaan ne sisältävät tiedon muun muassa objektin sijainnista, mitä materiaalia objekti on, onko objekti seinä, pilari vai palkki ja esimerkiksi onko objekti olemassa oleva vai uusi rakenne.

Tietomallin käyttötarkoituksesta riippuen voidaan rajata se, mitä tietoa objekteihin halutaan liittää. Mallinnettaessa joudutaan aina pohtimaan tarkasti mallinnustarkkuus. Vaikka tietomalliin on mahdollisuus sisällyttää hyvin yksityiskohtaista tietoa objekteista, voi liian yksityiskohtainen suunnittelu tehdä tietomallista hitaan ja sen käytöstä tehotonta. Lisäksi tarpeettoman yksityiskohtainen tietomalli vie suunnittelijoiden aikaa ja tekee suunnittelusta tehottomampaa. Mallinnustarkkuus saadaan parhaiten määritetyksi kun pohditaan, mihin tietomallia tullaan käyttämään. Tällöin on helpompi määrittää, mitkä osat on syytä mallintaa eli millä mallinnettavilla asioilla on käytännön merkitystä. [7.]

Tietomallinnuksella tavoitellaan suunnittelun ja rakentamisen laadun, tehokkuuden, turvallisuuden ja kestäväen kehityksen mukaisen hanke- ja elinkaari-prosessin tukemista. Tietomalleja voi hyödyntää aina rakennuksen suunnittelun alusta käytön ja ylläpidon aikaisiin toimintoihin. [1.] Tietomallintamisessa yhdistetään rakentamisen prosessien hallinta kokonaisuutena sekä tietokantaan perustuva suunnittelu. Kolmiulotteista tietomallia voidaan hyödyntää piirustusten tuottamisessa ja erilaisissa analyyseissä. Näitä analyysejä ovat esimerkiksi määrällistaukset, lujuus- ja energia-analyysit sekä suunnitelman ympäristövaikutusten arviointi. Lisäksi tietomallia voidaan hyödyntää esimerkiksi rakenteosien ja ilmanvaihtokanavien törmäystarkasteluun. [10.]

Tietomallipohjaisen suunnittelun edut tulevat parhaiten esiin, kun saadaan yhdistettyä usean suunnittelualan kokonaisuudet. Yhdistetystä mallista voidaan tarkastella muun muassa mahdolliset ristiriidat suunnitelmissa ja rakennettavuuden ongelmakohdat, minkä lisäksi suunnittelun koordinointi paranee. [10.] Erityisesti törmäystarkastelut ilmanvaihtokanavien ja kantavien rakenteiden osalta on helpottunut tietomallin avulla. Tietomallista nähdään suoraan tasot, joissa ilmanvaihtoputket on ajateltu kulkevan ja voidaan valita parhaat reitit siten, että kantavia rakenteita joudutaan muuttamaan mahdollisimman vähän. [15.] Mahdollisia virheitä, jotka yleensä tulevat esiin vasta rakentamisen aikana, voidaan näillä tarkasteluilla välttää, kun suunnitelmat tulee tehtyä yksityiskohtaisemmin. Tietomallintaminen kuitenkin tekee suunnittelusta jonkin verran etupainotteisempaa ja täten riski suunnitelmien muutoksiin kasvaa. Tämä vaatii aina suunnittelijalta enemmän työtä ja suunnittelun kustannukset kasvavat. Etenkin korjausrakentamisen kohteissa lähtötiedot ovat usein puutteellisia, minkä vuoksi ennakkosuunnittelu joudutaan tekemään hieman arvaamalla ja muutokset ovat enemmän sääntö kuin poikkeus. Tietomallin avulla kuitenkin usein vältetään virheitä, jotka tapahtuvat työmaalla ja siten saadaan aikaan säästöä kustannuksissa. Kuvassa 1 esimerkki valmiista tietomallista 3D-näkymässä. [11.]



Kuva 1. Rakennuksen tietomalli toteutettuna Autodeskin Revitillä [4.]

2.2 Yleiset tietomallivaatimukset

Vuonna 2012 on kirjoitettu yleiset tietomallivaatimukset eli YTV, jotka ohjeistavat tietomallinnusta. YTV:n kirjoittaminen tuli ajankohtaiseksi, kun rakennusten tietomallintaminen alkoi yleistyä vauhdilla. YTV:n pohjana käytettiin Senaatti-kiinteistöjen vuonna 2007 julkaistuja tietomallivaatimuksia, joiden sisältöä päivitettiin ja lisäksi otettiin kantaa täysin uusiin asioihin. YTV2012 on tarkoitettu niin suunnittelijoiden kuin tilaajienkin avuksi, jotta ajatukset tietomallin sisällöstä ja tarkkuudesta olisi helpompi määrittää. YTV koostuu seuraavista 14:sta osasta:

1. Yleinen osuus
2. Lähtötilanteen mallinnus
3. Arkkitehtisuunnittelu
4. Talotekninen suunnittelu
5. Rakennesuunnittelu

6. Laadunvarmistus
7. Määrälaskenta
8. Mallien käyttö havainnollistamiseen
9. Mallien käyttö talotekniikan analyyseissä
10. Energia-analyysit
11. Tietomallipohjaisen projektin johtaminen
12. Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana
13. Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa
14. Tietomallien hyödyntäminen rakennusvalvonnassa

YTV:ssä edellytetään, että jokainen tietomallihankkeen osapuoli tutustuu oman alansa vaatimuksiin sekä ainakin kohtiin 1 ja 6, jotka ovat yleinen osuus ja laadunvarmistus. YTV:ssä määritetään myös, että mallinnusohjelmien tulee olla IFC 2x3 sertifioituja. [1.] Sertifiointi vaaditaan, jotta saadaan varmistettua ohjelmistojen tuottaman IFC-mallin oikeellisuus ja toimivuus yhdistetyissä malleissa. Sertifikaatit myöntää Suomessa BuildingSmart-organisaatio. [12.] Suunnittelijan on jo tarjoustä tehdessä ilmoitettava ohjelmisto, jota tullaan käyttämään, sen versio sekä sen tukeman IFC-muotoisen tiedoston versio. Kaikki mallit tulee luovuttaa IFC-muodossa ja mallinnuksessa käytetyn ohjelmiston omassa tiedostomuodossa työn aikana työn vaatimassa laajuudessa. Kun projekti loppuu, kaikki mallit ja sähköiset dokumentit luovutetaan sopimuksen mukaan tilaajalle. Mallit tulee olla ennen niiden luovuttamista siivota, suunnitelmaan kuulumattomista ta-soista ja mallinnuskomponenteista. Suunnittelijan malli saa sisältää ainoastaan suunnittelijan omia mallinnusosia, vaikka muiden suunnittelijoiden malleja olisikin käytetty referenssimallina. Korjausrakentamisen kohteissa tämä ei kuitenkaan koske inventointimal-lia, jota tulee käyttää suunnittelumallien pohjana.

Jokaisesta tietomallista on julkaistava myös tietomalliselostus. Tietomalliselostus on kuvaus siitä, mitä malli sisältää ja miten asiat on mallinnettu. Siinä myös kerrotaan, jos on poikettu yleisistä vaatimuksista tai mallinnustavoista. Tietomalliseloste kertoo tietomallista sen tarkkuuden ja tarkoituksen, johon malli on julkaisu. Sen avulla hankkeen osa-

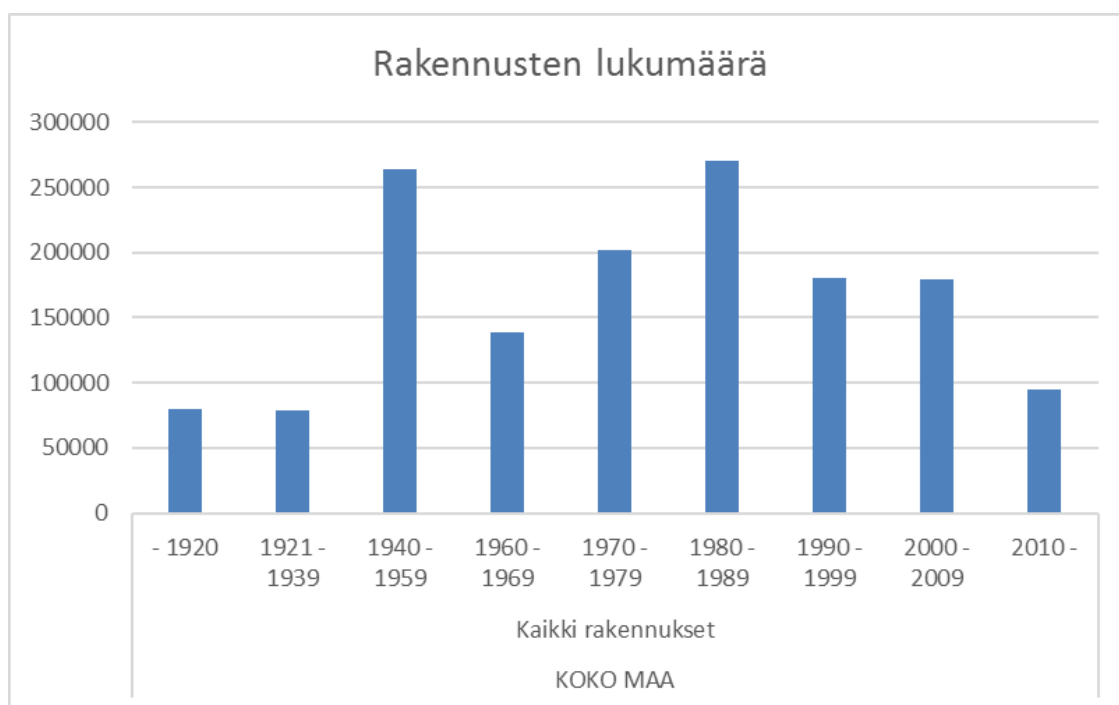
puolet voivat tulkita muun muassa mallin valmiusastetta ja mallin yleistä rakennetta. Tietomalliselostusta ylläpitää jokainen suunnitteluala ja se päivitetään aina mallia julkaistessa muille osapuolille riippumatta siitä, onko malli työmalli tai tietomalli urakkalaskentaa varten. [1.]

Tietomallihankkeisiin tulee aina nimetä tietomallikoordinaattori. Tietomallikoordinaattori voi olla esimerkiksi pääsuunnittelija tai joku hanketta johtavan valitsema taho. Tietomallikoordinaattorin tehtäviin kuuluu yhdistelmämallin kasaaminen ja sen virheistä raportointi suunnittelijoille. Tietomallikoordinaattori vastaa myös tietomallinnustehtävien ohjeistuksesta, koordinoinnista ja mallinnuksen ohjauksesta. Lisäksi tietomallikoordinaattori määrittää hankkeen johdon kanssa hankkeelle asetettavat tietomallin vaatimukset. [1, 7.]

3 Korjausrakentamisen tilanne

3.1 Suomen rakennuskanta ja sen nykytilanne

Korjausrakentamista on kaiken tyyppisissä rakennuksissa. Eri rakennustyyppien välillä on kuitenkin suuria eroja suoritettavissa korjaustoimenpiteissä. Esimerkiksi pientalojen korjausrakentaminen toimii huomattavasti pienemmässä mittakaavassa kuin esimerkiksi asuinkerrostalojen korjaaminen. Suomen rakennuskanta on moniin muihin maihin verrattuna suhteellisen nuorta, sillä Suomen rakennuksista kolme neljäsosaa on rakennettu vuoden 1960 jälkeen ja noin 45 prosenttia vasta vuoden 1980 jälkeen, kuten kuvan 2 kaaviosta huomataan. [7, 21.]



Kuva 2. Rakennusten lukumäärä Suomessa rakentamisvuoden mukaan [21.]

Kiinteistöjen ylläpito on kuitenkin Suomessa ollut pitkään löyhää. Tämä on aiheuttanut sen, että tarve rakennuksien peruskorjauksille kasvaa vuosi vuodelta. Korjausvelan kuromiseksi pitäisi korjausinvestointeja kasvattaa asuinrakennuksissa ja liikenneväylissä lähes kaksinkertaiseksi ja vesihuoltoverkoissa kolminkertaiseksi. Pieniä vaurioita on jätetty korjaamatta ja tämän seurauksena niistä on usein kasvanut suurempia ongelmia, joiden korjaaminen on nyt kallista. [14.]

Ammattimaiseen korjausrakentamiseen käytettiin vuonna 2016 yhteensä 12,6 miljardia euroa Suomessa, kun vuonna 2006 se oli vielä vain noin 7 miljardia euroa. Vuonna 2016 käytetty summa oli hieman alle 50 % kaikista talonrakentamiseen käytetyistä varoista. Asuinrakennuksien korjaamiseen käytettiin suurin osa summasta ja erityisesti ammattimaisessa korjausrakentamisessa painottuvat kerros- ja rivitalojen korjaukset. Asuinrakennusten korjaukseen käytettiin vuonna 2016 7,3 miljardia euroa, kun ASKO-mallin mukaan vuosina 2016–2025 tämän summan tulisi olla vuosittain 9,4 miljardia euroa. Korjausrakentamisen tulevaisuuden näkymät ovat siis hyvät. Myös toimitilojen korjausrakentamisen näkymät ovat paremmat talouskasvun mahdollistaessa korjaushankkeita. Lisäksi valtio ja kunnat tukevat tällä hetkellä varsinkin sisäilmaongelmista johtuvia korjauksia. [14.] Suomen rakennuskannan ikäjakauma tukee myös sitä, että korjausrakentamisen merkitys tulee tulevaisuudessa vahvistumaan. Lisäksi rakennuskanta uusiutuu hyvin

hitaasti, joten korjausrakentaminen on välttämätöntä rakennuksien laadulliseen kehittämiseen. Rakennuksien ylläpito- ja korjaustarvetta lisää muun muassa rakennuksien ja laitejärjestelmien tekninen vanheneminen ja kuluminen. Vanhojen rakennuksien energiatehokkuutta halutaan myös nykyisin usein parantaa peruskorjauksen yhteydessä. [22.]

3.2 Tietomallintamisen tilanne korjausrakentamisessa

Yleisien tietomallivaatimuksien kohta 5 koskee rakennesuunnittelua ja se kattaa uudis- ja korjausrakentamisen kohteiden lisäksi rakennusten käytön ja ylläpidon. Sen lisäksi se sisältää esimerkiksi vähimmäisvaatimukset mallinnukselle ja mallien tietosisällölle. Vaatimuksena rakennesuunnittelijoille on esimerkiksi se, että kaikki kantavat ja ei-kantavat betonirakenteet tulee mallintaa. Yleisien tietomallivaatimuksien kohta 4 kertoo tietomallinnuksen vaatimuksista korjausrakentamisen kohteissa. Tietomallinnuksen laajuus määritetään aina projektikohtaisesti korjausrakentamisen kohteissa. Lähtötietomallin soveltumisella rakennesuunnittelijan käyttöön on suuri vaikutus mallinnuksen laajuuteen ja tarkkuuteen. Lähtötietomallinnuksen puuttuessa tai jos rakenteiden tarkkuus ei ole lähtötietomallissa riittävä, voi rakennesuunnittelija mallintaa olemassa olevat rakenteet. Joskus lähtötietomalli onkin syytä mallintaa vanhojen rakennepiirustusten mukaan, jolloin rakennesuunnittelijakin on paremmin perillä siitä, mitä rakenteita rakennuksesta todella löytyy. Rakennukseen tehtävistä muutoksista rakennesuunnittelijan tulee mallintaa rakennemalliin tai lähtötietomalliinsa uudet kantavat rakenteet sekä ei-kantavat betonirakenteet. Olemassa olevista rakenteista yleisissä tietomallivaatimuksissa vaaditaan mallintamaan vain ne kantavat rakenteet, joiden rakenteelliset muutokset sitä edellyttävät. Muuttuneista rakenteista tulee tietomallin selosteeseen lisätä tieto rakenteen mitasta tai arvioidusta sijainnista. [1, 12.]

Korjausrakennesuunnittelussa tietomallintamista käytetään tällä hetkellä pääasiassa inventointimallinnuksessa tai tilaajan näin vaatiessa. Rakennesuunnittelun tarve korjauskohteissa vaihtelee suuresti ja tätä kautta myös mallinnuksen hyödyt vaihtelevat. Peruskorjauskohteissa uudisrakentamisen tai vanhojen rakenteiden muutosten osuus on usein niin pieni, että mallinnuksesta saatavat hyödyt vähenevät. Korjausrakentamisessa on aina jo suunnittelu ympäristö olemassa ja sitä ei usein tunneta kunnolla puutteellisten lähtötietojen takia, mikä tekee mallintamisesta hankalampaa. Korjausrakentamisen koh-

teita mallinnettaessa onkin oleellista miettiä myös, kenelle tietomalli jää ja miten sitä voidaan hyödyntää tuotannossa. [7.] Päätös siitä, miten yksityiskohtainen tietomallista tehdään, tulee tehdä hyvissä ajoin. Korjausrakentamisen kohteita mallintaessa on riski, että tietomallista tulee liian kallis ja monimutkainen. On rakennesuunnittelijan ammattitaidosta kiinni, että tietomalli tulee rajattua sopivaan laajuuteen. Esimerkiksi on syytä miettiä, onko liitokset ja detaljit järkevää mallintaa vai toteuttaa niiden suunnittelu perinteisin menetelmin. [15.]

Inventointimalli toimii hyvänä lähtötietona rakennesuunnittelijoille haastavammissa kohteissa ja helpottaa heidän työtään. Inventointimallista pyritään esimerkiksi selvittämään, ovatko rakenteet vinossa tai onko joissain rakenteissa vääristymiä. Inventointimallissa näkyy rakennukselle tehdyt aikaisemmat muutokset ja korjaukset yhdessä mallissa, josta voidaan esimerkiksi tulostaa lähtötiedoiksi tavanomaisia piirustuksia. Tietomallinutus on kuitenkin tulossa kokonaisvaltaisesti osaksi korjausrakennesuunnittelua ja jotkut asiakkaat kuten Senaatti-kiinteistöt vaativat tätä jo suunnittelijoilta. Kuvassa 3 havainnekuva St. Georgen hotellin inventointimallista. [2.]

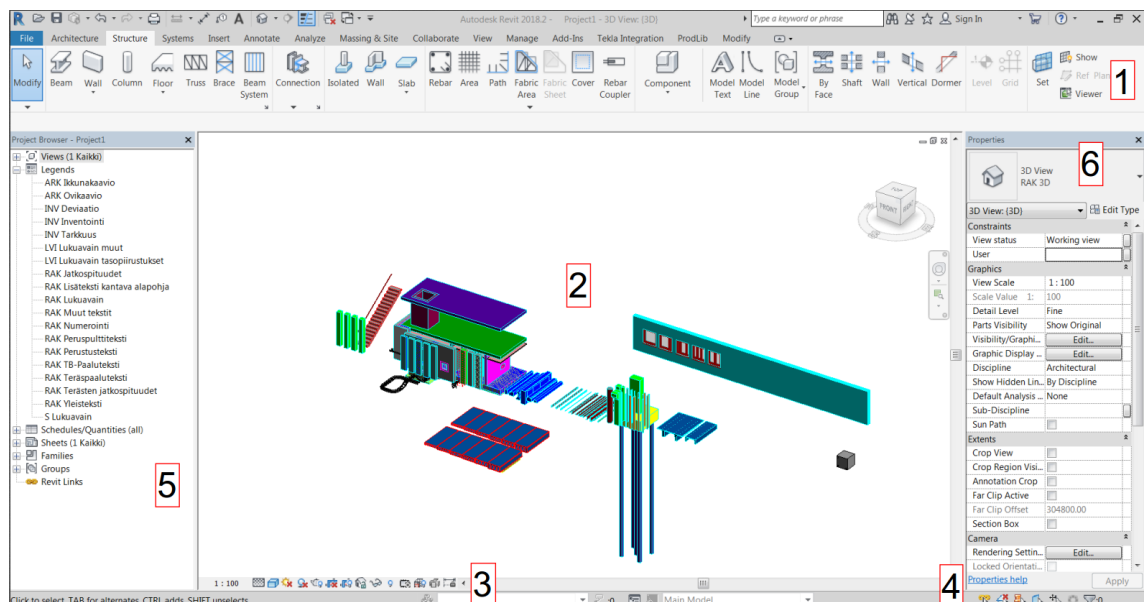


Kuva 3. Kuva Ramboll Finland Oy:n inventointimallista St. George hotellista Yrjönkadulla. [2.]

4 Autodesk Revit

4.1 Yleistä

Autodeskin Revit on rakennusten tietomallinnukseen kehitetty tietokantaohjelmisto, joka näyttää tietokannan sisällön graafisesti. Se tarjoaa työkaluja tietomallinnukseen ja siinä on edustettuna arkkitehti-, rakenne- ja talotekniikkasuunnittelu. Revit on eri toimialojen yhteinen tietomallinnusalausta, ja siitä löytyy myös ominaisuuksia rakennusprojektin eri osapuolille. Pyrkimyksenä on, että rakentamisen ammattilaisten toimiessa yhteisellä alustalla tietojen muuntamisen virheet vähenisivät ja käyttö jouhevoituksi. Revitin käyttöliittymä on hyvin virtaviivainen ja tarvittavat toiminnot on helppo löytää etenkin, jos on käyttänyt esimerkiksi Autodeskin AutoCADIä. [4, 15.]



Kuva 4. Autodesk Revitin päänäköymä, kuvassa näkyviin numeroihin viitataan tekstissä kuvan kohtina 1-6

Kuvassa 4 on Revitin päänäköymä. Päänäkymän kohdassa 1 on AutoCADistä tutut ribbonit eli tässä tapauksessa mallinnustyökalut. Työkalut on Revitissä jaoteltu suunnittelualoittain omiin alavalikkoihinsa ja omien suunnittelualojen alta löytyy tarvittavat työkalut suunnitteluun. Esimerkiksi rakennesuunnittelun alta löytyy muun muassa raudoitus- ja liittöstyökalut.

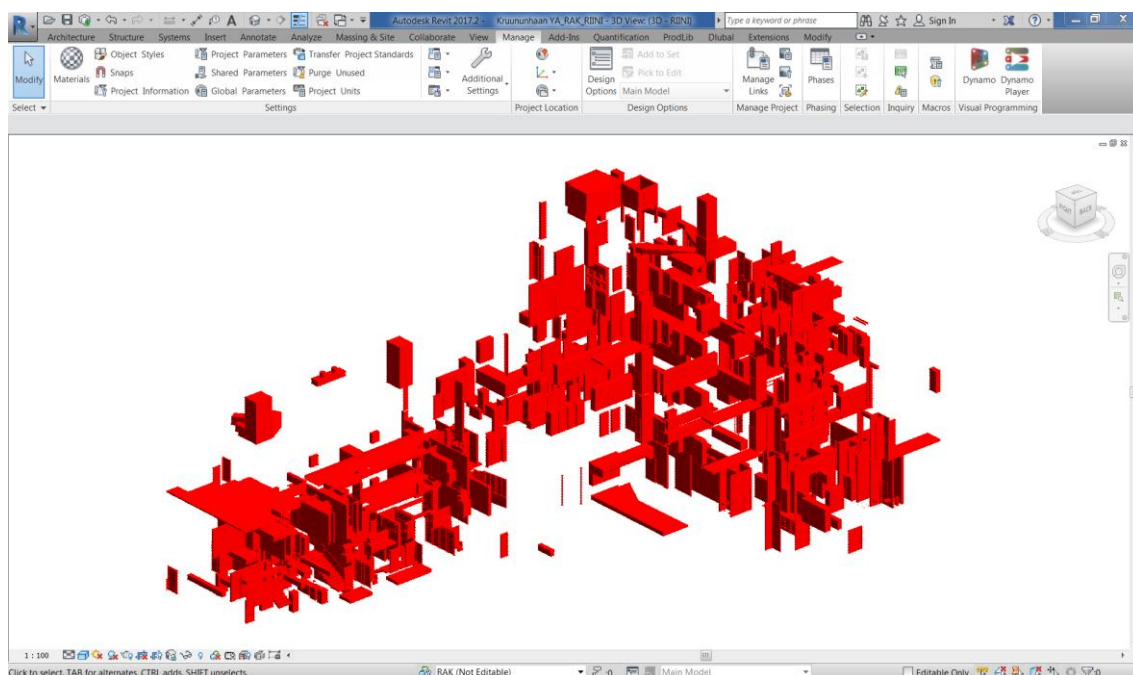
Kuvan 4 kohdassa 2 on tietomallin näkymän sijainti. Näkymiä on Revitissä useita ja työskentely tapahtuu pääasiassa niiden avulla. Näkymiä on yhteensä yhdeksän erilaista:

- 3D view eli 3D-näkymät
- Section view eli leikkausnäkö
- Plan views eli tasonäkymät
- Sheets eli tulostusarkit
- Schedules eli taulukkonäkymät
- Callout eli osasuurennos
- Elevation view eli julkisivunäkö
- Legends eli selostenäkö
- Drafting view eli luonnosnäkö.

Jokaisessa näkymässä voidaan työstää tiettyjä haluttuja asioita ja säätää näkymissä näytettäviä asioita ja sitä näkykö asiat esimerkiksi läpinäkyvinä vai sellaisena kuin ne ovat todellisuudessa. Näitä asetuksia voidaan muokata kuvan 4 kohdan 3 työkalujen avulla. Lisäksi esimerkiksi 3D-näkymässä voidaan määrittää, että rakennuksesta on näkyvissä vain purettavat rakenneosat. Kuvassa 5 on esillä tämän insinööritoimiston pilottiprojektin Kruununhaan yläasteen purettavat rakenneosat hankesuunnitteluvaiheessa. Ominaisuudella voidaan esimerkiksi havainnollistaa urakoitsijalle, kuinka suuresta urakasta on kyse ja listata suoraan purettavan jätteen kuutiomäärät. Kuvassa 16 näkyy Kruununhaan yläasteen inventointimalli kokonaisuudessaan 3D-näkymässä. Koska Revit on kaksisuunnaltaan assosiativinen, voidaan Revitissä näkymien lisäksi malliin tehtäviä päivityksiä tehdä myös esimerkiksi luetteloiden kautta ja ne päivittyvät koko tietomalliin.

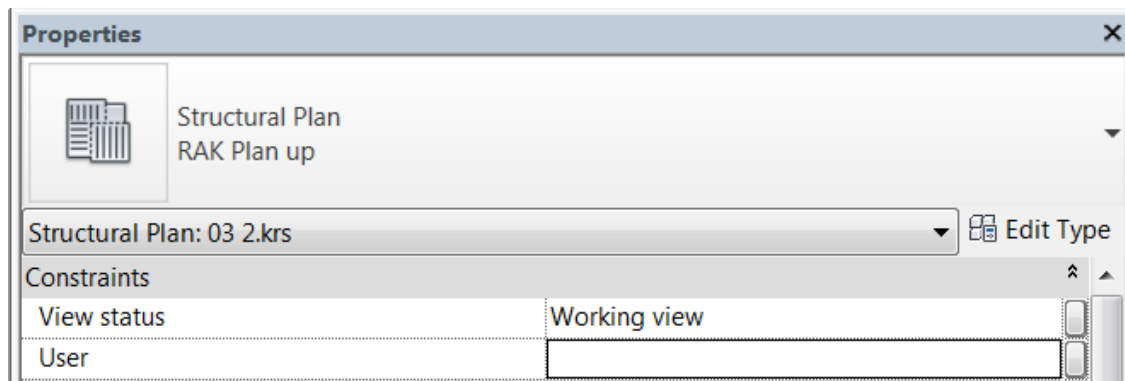
Kuvan 4 kohdassa 4 olevat työkalut ovat objektien valitsemiseen liittyviä Revitin työkaluja. Esimerkiksi niistä voidaan valita se, että voiko lukittuja objekteja valita tai saadaanko

esimerkiksi laatat valittua tasokuvasta suoraan laatan pinnasta vai ainoastaan sen reu-
naviivoista. [16.]



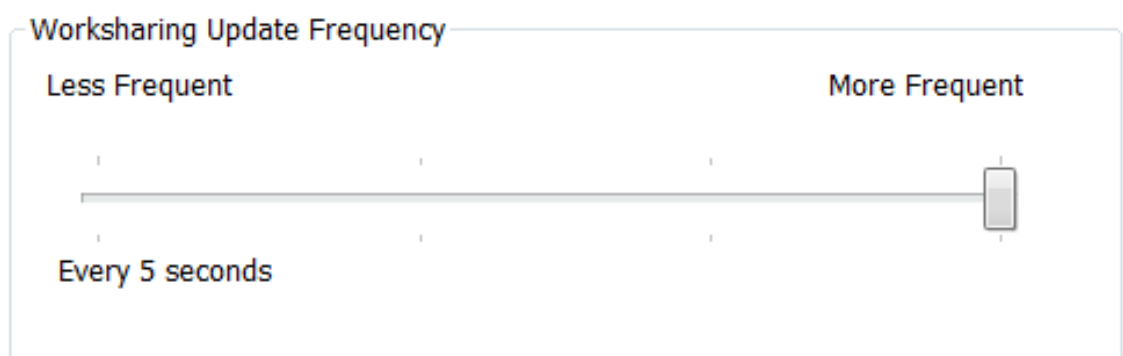
Kuva 5. Kruununhaan yläasteen purettavat rakenneosat

Suunnittelussa mallintaminen tapahtuu pääasiallisesti tasonäkymissä. Ne ovat vaa-
kanäkymiä, jotka luodaan kerroksien mukaisesti, jokaisesta kerrosta omansa. Ta-
sonäkymistä luodaan esimerkiksi Revitistä ulos tulostettavat mittapiirustukset. Uusien
näkyvien hallinnan helpottamiseksi on Ramboll Finlandin aloituspohjaan lisätty ominai-
suus, jolla jokaiselle näkymälle voidaan valita haltija sekä näkymästatus. Valinta toteu-
tetaan properties-valikossa, joka on kuvan 4 kohdassa 6. Haltija tulee asettaa aina, kun
uusi näkymä on luotu. Ominaisuuden avulla saadaan pidettyä näkymät hallinnassa ja
siistinä project prowerissa eli projektipuussa, josta on kerrottu lisää kohdassa 4.2. Li-
säksi sen avulla tiedetään, kuka työskentelee kyseissä näkymässä. Näkymän status voi
olla mikä tahansa. Rambollilla on käytössä työnäkymä eli working view ja tulostusnä-
kymä eli printing view. Työnäkymän statuksella olevissa näkymissä tapahtuu käytän-
nössä tietomalliin tehtävät muutokset, jotka halutaan itse malliin päivittyvän. Tulostusnä-
kymistä tuotetaan itse piirustukset ja niihin voidaan täydentää tekstiä ja muut tiedot, jotka
halutaan tulostuvan lopulliseen piirustukseen. Näkymästatuksen oikeana pitäminen on
erityisen tärkeää workshared-malleissa eli jaetuissa malleissa. Statuksien muuttamiseen
laadittu valikko nähdään kuvassa 6. [15.]



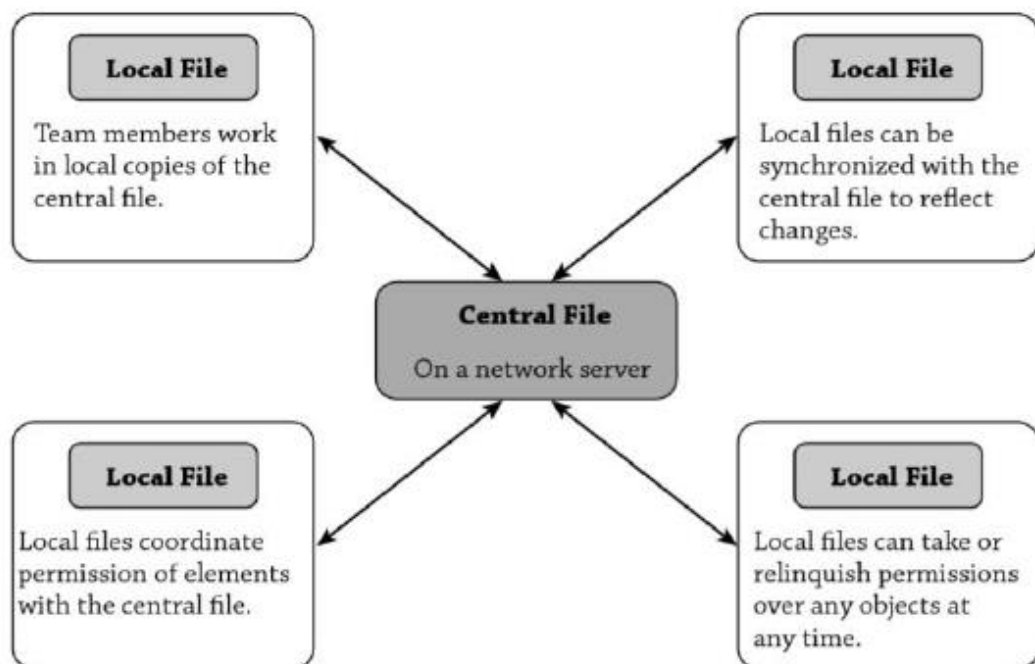
Kuva 6. Autodesk Revitin näkymän haltijan ja statuksen valinta Ramboll Finlandilla

Autodeskin Revitillä tietomallin työnjaossa on mahdollisuus toimia kolmella eri tavalla. Näistä ensimmäinen on worksharing eli jaettu työskentely. Tällöin mallin tiedot on tallennettu yhteen paikkaan, niin kutsutulle keskusmallille. Keskusmallin avulla saadaan päivitykset helposti jaettua kaikille tietomallia työstäville osapuolille. Tietomallista on keskusmallin lisäksi jokaisen mallintajan oma paikallinen kopio mallista, joka sisältää täysin samat tiedot kuin keskusmalli. Jokainen mallintaja voi päivittää omaan malliinsa tekemät muutokset keskusmalliin aina halutessaan, jonka kautta muiden malli päivittyy muutosten mukaiseksi, kun he ajavat päivitykset keskusmallilta. Jaetussa mallissa työskentely vaatii aina online-yhteyden toimiakseen, sillä mallin kopio on koko ajan yhteydessä keskusmalliin. Kuvassa 7 nähdään, miten asetuksista voidaan säädellä päivittämistiheyttä. Tiheimmillään kopiomalli lukee tiedot keskusmallilta, joka viiden sekunnin välein. Kuitenkin huonolla internet-yhteydellä on parempi käyttää harvempaa päivittämistä. [6.]



Kuva 7. Revitin päivittämistiheyttä voidaan säädellä asetuksista

Revit estää automaattisesti samaan objektiin tehtävät muutokset, joten vaaraa päällekkäisille muutoksille ei ole. Tämä on toteutettu siten, että kun jollekin objektille ollaan tekemässä muutoksia, Revit varaa reaaliaikaisesti oikeudet objektin muokkaukseen sitä muokkaavalle henkilölle. Tämä tapahtuu keskusmallin kautta, jolloin tieto välittyy automaattisesti muillekin mallintajille. Objektien varaus tapahtuu juuri kuvan 7 mukaisen päivittämistiheyden väliajoin, joten mahdollisimman tiheä päivittämistiheys on suositeltavaa. [17.] Suositeltavaa on synkronoida muutokset keskusmalliin tasaisin väliajoin, jotta mallit pysyvät ajantasaisena. Kuva 8 havainnollistaa paikallisten kopioiden ja keskusmallin yhteyttä toisiinsa. [15.]

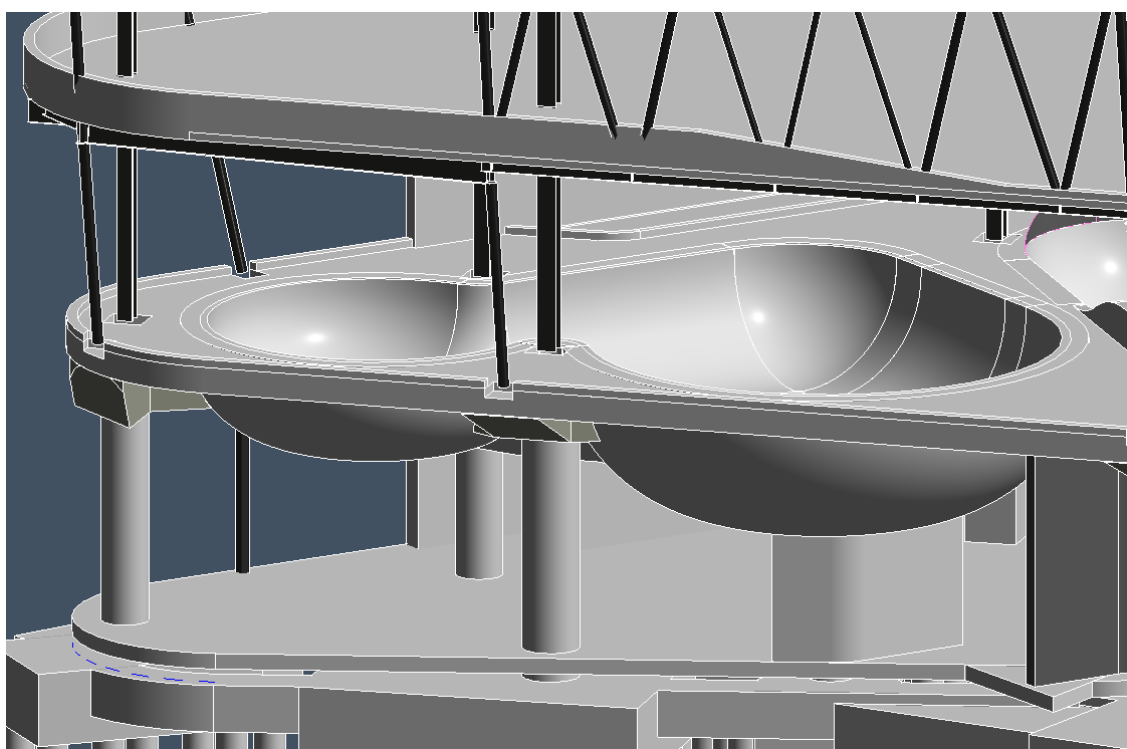


Kuva 8. Kaavio Revitin päämallin ja kopioiden yhteydestä [17.]

Toinen vaihtoehto on Revit-tietomallin työskentely Autodeskin pilvipalvelussa. Tällöin keskusmalli on tallennettuna palvelimelle ja on koko projektin ajan myös esimerkiksi asiakkaan käytettävissä reaaliaikaisesti. Pilvipalvelu mahdollistaa reaaliaikaisen keskustelun tietomallin sisällöstä ja kaikki osapuolet voivat nähdä mitä osiota työskentelään milloinkin. Tällöinkin päivitykset ajetaan malliin ja saadaan mallilta, kuten jaettua työskentelyä käytettäessä. [4.]

Kolmas työskentelytapa on Revit mallin työskentely yksin paikallisesti siten, että vain yksi henkilö työstä tietomallia. Tällöin tietomalli voi olla tallennettuna esimerkiksi mallintajan tietokoneelle tai suositeltavampana esimerkiksi paikalliselle serverille. [15.]

Revitin avulla rakennesuunnittelija voi viedä suunnittelun erittäin yksityiskohtaiseksi. Tietomalliin voidaan mallintaa raudoitukset ja esimerkiksi teräsliitokset niin yksityiskohtaisesti kuin tilaaja toivoo. Suunnittelija voi myös mallintaa monimutkaisia geometrisia muotoja esimerkiksi siltojen rakenteissa ja käyttää niitä hyödykseen laskelmissa. Vaikeat geometriset muodot toteutetaan In-Place Mass -työkalun avulla, jolla voidaan muokata muotoja kuin muovailuvahalle. Kun haluttu muoto on saavutettu, voidaan massaa käyttää hyväksi mallinnettaessa materiaaleja, jotta haluttua muotoa on helppo seurata. Tätä työkalua apuna käyttäen voidaan mallintaa esimerkiksi kuvassa 9 näkyvän skeittipuiston rampit. Revit-tietomalliin on mahdollista myös mallintaa rakenneosien kuormat valmiiksi, jolloin ne ovat käytettävissä tehdessä laskentaa sellaisenaan. Revit sisältää myös Dynamo lisäosan, josta on kerrottu lisää omassa luvussaan. [4.]



Kuva 9. In-Place Mass -työkalulla toteutetut skeittipuiston rampit

4.2 Project browser eli projektipuu

Autodeskin Revitin olennainen osa on project browser eli projektipuu. Se näyttää koko tietomallin sisällön, niin näkymät, objektit, piirustukset kuin määräluettelot. Sen avulla muun muassa navigoidaan Revitissä eri työtilasta ja näkymästä toiseen ja niillä kaikilla on omat toiminnallisuutensa. Niiden avulla mahdollistetaan, että Revit-projektiin voidaan sisällyttää kaikki suunnitteluprosessissa vaadittavat dokumentit. Projektipuu on nähtävissä kuvassa 4 vasemmalla kohdassa 5.

Jokaisella näkymällä on omat asetuksensa, joista oleellinen korjausrakentamisessa on vaiheet eli phasing. Näitä asetuksia voidaan säädellä kohdasta properties, joka on kuvan 4 kohdassa 6. Rakenteet mallinnetaan aina johonkin vaiheeseen esimerkiksi olemassa oleviin rakenteisiin tai uusiin rakenteisiin. Se, mihin vaiheeseen esimerkiksi kantava betoniseinä on mallinnettu, määrittelee sen viivapaksuudet ja värin, jolla rakenne piirtyy piirustuksille. Vaiheille voidaan myös luoda suodatin, jolla voidaan säädellä mitä rakenteita tai vaiheita mallissa kerrallaan näytetään. [16.]

4.3 Autodesk Revitin käyttö

Rambollilla löytyy sisäisestä Sharepointista ohjeet siihen, miten uusi Autodesk Revit -projekti tulee aloittaa. Projektia aloitettaessa avataan uusi tiedosto ensimmäisellä kerralla ja valitaan projektipohjaksi yrityksen oma sisäinen projektipohja, jonka tarkemmasta sisällöstä kerrotaan luvussa 4.3.1. Ensimmäisenä syötetään projektin tiedot Revitin Manage -välilehdellä, josta löytyy kohta project information. Tämän kautta saadaan projektin tiedot automaattisesti valmiiksi nimiöihin, jolloin niitä ei tarvitse erikseen syöttää jokaisen piirustuksen nimiölle. [18.]

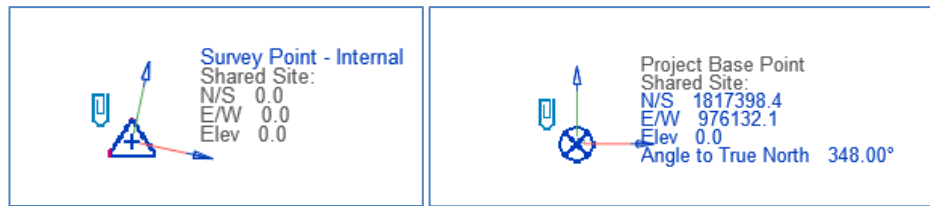
Tärkein määritettävä asia ennen mallintamisen aloitusta on projektin origon sijainnin määrittäminen. Autodeskin Revitissä on tietomallille kolme koordinaattijärjestelmää. Tietokannan origo on näkymätön piste, joka sijaitsee aina tietomallin nollapisteessä eikä sen sijaintia voi muuttaa. Project base point eli projektikoordinaatiston nollapiste määritetään, jotta kaikki suunnittelualat saavat kohdennettua tietomallinsa samaan paikkaan ja mallien yhdistäminen helpottuu. Project base pointin määrittäminen on pääsääntöisesti pääsuunnittelijan vastuulla ja pääsuunnittelijan tulee tiedottaa sen paikka muille suunnittelijoille. Tätä pistettä ei mielellään muuteta, kun se on kerran asetettu tiettyyn

pisteeseen siirrosta aiheutuvien ongelmien vuoksi. Jos project base point siirretään, tarkoittaa se kaikkien objektien siirtämistä tietomallissa. Ongelmia tulee muun muassa 3D- ja 2D-objektien siirtymisen kanssa, sillä esimerkiksi 2D:nä piirrettyt täydentävät viivat eivät siirry mukana, vaan ne on siirrettävä erikseen. Lisäksi esimerkiksi pilarien ja palkkien liitokset voivat mennä sekaisin, kun Revit ei osaa laskea uutta sijaintia enää oikein.

Project base pointin sijainnin on hyvä olla mahdollisimman lähellä rakennusta kuitenkin siten, että kaukaisin objekti on alle yhden mailin päässä projektikoordinaatiston nollapistestä. Tähän syynä on, että mallinnusohjelmat eivät pysty käsittelemään tätä suurempia koordinaatteja, minkä lisäksi maapallon kaareutuminen alkaa vaikuttamaan liikaa objektien tarkkuuteen. Jos kohteesta on toteutettu inventointimalli, tulee projektissa mielellään käyttää samaa koordinaatistoa kuin inventointimallissa on päätetty käyttää.

Kolmas koordinaatisto Revitissä on jaettu koordinaatisto eli Survey point. Jaetun koordinaatiston käyttö tulee kyseeseen, jos esimerkiksi samalle maanpinnalle asetetaan useita rakennuksia. Rakennukset mallinnetaan tällöin omissa tiedostoissaan, jolloin jokaisella rakennuksella on omassa tiedostossa project base point, jonka avulla rakennus voidaan mallintaa suorassa. Kun samalla tontilla olevat rakennukset linkitetään samaan projektiin, asetetaan niille yhteinen jaetun koordinaatiston origo, jonka tulee olla jokin luonnossa tiedettävä todellinen piste esimerkiksi rajapyykki. Kun rakennukset linkitetään yhteiseen tiedostoon, voidaan yhteisestä tiedostosta viedä jaettu koordinaatisto tiedostoon, jossa mallia työestetään. Tämän tiedon avulla voidaan mallia jatkaa suorassa, jolloin projektin pohjoinen on suorassa, mutta yhteiseen malliin rakennus kääntyy siten, kun se on todelliseen pohjoiseen nähden. Jaettu piste on kaikille linkitetyille rakennuksille sama piste, joka on GK-koordinaatiston mukainen. Tämän pisteen avulla voidaan esimerkiksi paalujen paikat ilmoittaa todellisilla koordinaateilla kartalta.

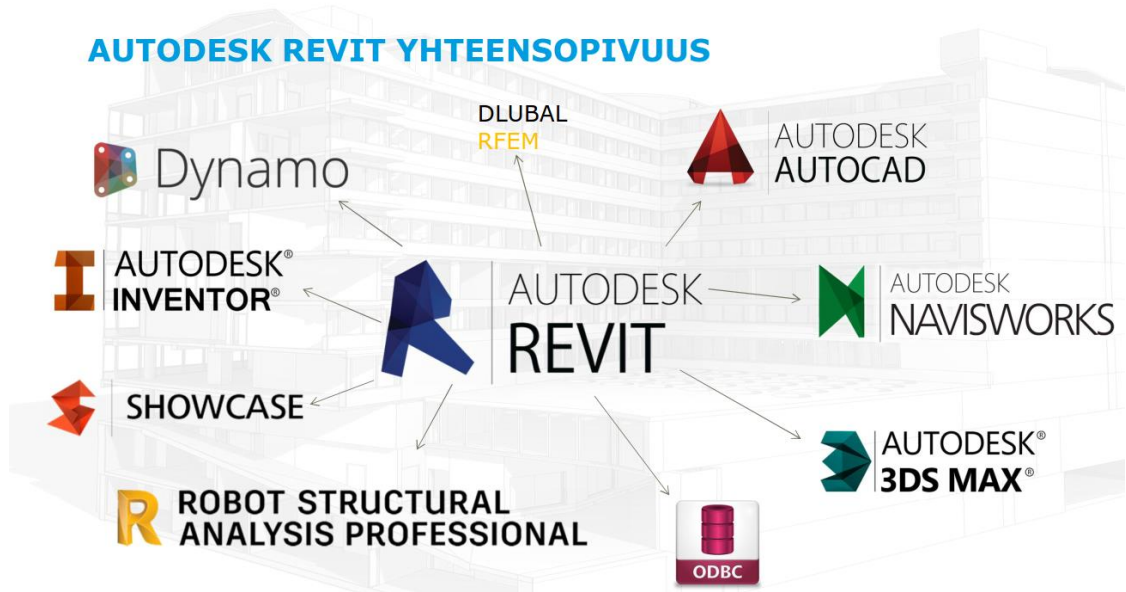
Kuvassa 10 on havainnollistettu survey pointin ja project base pointin eroa. Molemmat pisteet on otettu samasta projektista, josta nähdään, että rakennuksen project base point osoittaa projektin pohjoiseen ja survey point todelliseen pohjoiseen.



Kuva 10. Kuvassa Project Base Point oikealla (ympyrä) ja Survey Point vasemmalla (kolmio)

Tietomallinnus tulisi suorittaa aina As-built eli mallinnusohjelmassa käännetään kiertokulma origossa vastaamaan todellista pohjoista. Tällöin vältetään siltä, että itse mallinnettu aineisto jouduttaisiin kääntämään. Tämä kiertokulman säätäminen on helpointa hoitaa eri koordinaatistojen avulla. Tällöin projektille määritetään True North, joka on oikea pohjoinen rakennukseen nähden luonnossakin. Lisäksi määritellään Project North, joka on vain mallinnusta helpottava projektin pohjoinen. Tämä pitää kuitenkin muistaa huomioida, kun mallista ollaan ottamassa IFC mallien yhdistämistä varten. Tiedot, joissa kiertokulma on asetettu osoittamaan oikeaan, täytyy tiedot tuoda "Shared coordinates" -asetuksella, sillä toinen mahdollinen toiminta, "origin to origin", huomioi ainoastaan sen missä origo sijaitsee. Shared coordinates tuo mallin siten, että se huomioi oikeat koordinaatit eli sekä origon että kiertokulman. Koordinaatistojen lisäksi on suositeltavaa ennen mallinnusta myös määrittää moduuliverkko ja kerrostasot. Näitä voidaan kuitenkin muokata myös myöhemmin. Jokainen mallintaja tekee aina myös omat työnäkymänsä ja valitsee itsensä käyttäjäksi näkymälle. On aina varmistettava, että näkymässä on oikea suunnitteluala, jotta oikeat ja halutut objektit näkyvät oikein. [18.]

4.3.1 Autodesk Revit yhteensopivuus



Kuva 11. Autodesk Revitin kanssa yhteensopivia ohjelmistoja

Autodeskin Revitin etuja suunnittelijalle on sen yhteensopivuus erittäin monien eri ohjelmien kanssa. Kuvan 11 mukaisen listauksen lisäksi Revit on yhteensopiva myös esimerkiksi Tekla Structuresin eri versioiden kanssa IFC:n kautta. Revit on 100 % yhteensopiva IFC:n kanssa eli sillä voidaan tuottaa hyväksyttyjä IFC 2x3 tietomalleja. Revitillä tuotetut IFC-mallien oikeellisuus ja toimivuus on siis varmistettu yhdistetyissä tietomalleissa. Arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan tai jonkin muun suunnittelualan tietomallit voidaan myös linkittää toisiinsa, jolloin toisen suunnittelualan päivitykset on helppo huomata ja päivittää oma malli muutoksien mukaiseksi.

Erityisesti rakennesuunnittelijalle tärkeitä yhteensopivuuksia ovat yhteensopivuudet Robot Structural Analysisin ja Dlubal RFEMin kanssa. Revitillä tehdyt tietomallit voidaan suoraan siirtää esimerkiksi Robottiin ja hyödyntää sellaisenaan laskennassa. Revit-tietomalliin on mahdollista lisätä jopa kuormat valmiiksi. Jos ominaisuutta halutaan hyödyntää, on kuitenkin mallintamiseen kiinnitettävä erityistä huolellisuutta, jotta esimerkiksi palkki ja pilari ovat tarttuneet toisiinsa oikeista pisteistä. [15. 18.]

4.3.2 Projektipohja

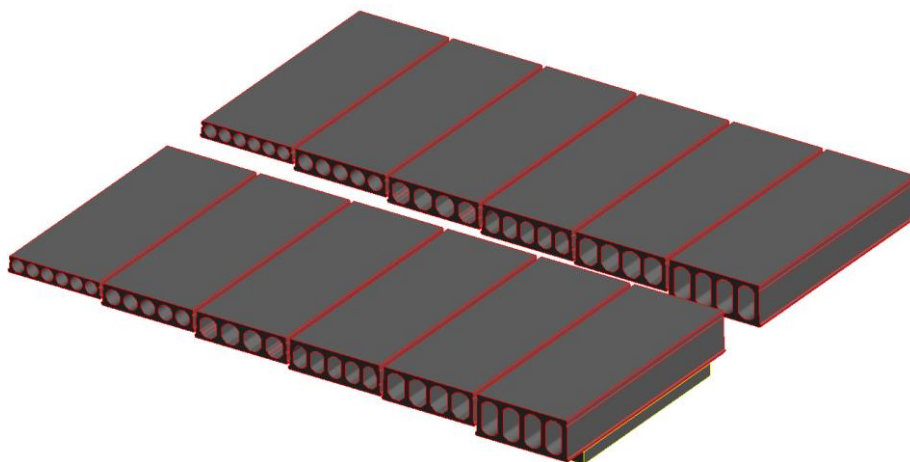
Projektipohja eli project template on aloituspohja, jonka jokainen yritys voi luoda oman näköisekseen ja sisällyttää siihen haluamiaan asioita. Tämä nopeuttaa mallintamista, kun projektipohjaan on asetettu valmiiksi keskeisimmät asetukset, joita yritys haluaa käyttävän. Näitä ovat esimerkiksi piirustusohjat, rakennetyypit, nimiöt, yleistekstin mallit, viivatyytit ja värit sekä muutamat malliobjektit. [15.]

4.3.3 Referenssitiedostojen tuonti

Autodeskin Revitiin voidaan tuoda referenssitiedostoiksi tiedostoja useista eri tiedostomuodoista. Tiedostot voidaan joko tuoda eli importata Revitiin tai linkittää. Tuodessa tiedosto ei ole kytköksissä alkuperäiseen, kun taas linkitetty tiedosto on. Linkittäessä esimerkiksi CAD-tiedostoon tehdyt muutokset päivittyvät Revitissäkin. Pohjatiedostoina voidaan käyttää esimerkiksi AutoCADin dwg tiedostoja, eri mallinnusohjelmilla tehtyjä IFC-tiedostoja sekä pistepilvitiedostoja. Tiedostojen tuonti tapahtuu insert-välilehdeltä, josta löytyy kaikki pohjatiedostojen tuontiin liittyvät työkalut. [16.]

4.3.4 Familyt

Autodesk Revit familyillä tarkoitetaan tiedostoja, jotka sisältävät valmiiksi tehtyjä objekteja. Näitä objektiperheitä voidaan ladata projektille erikseen tai ne voidaan tehdä projektin sisällä. Revitissä on valmiina tiettyjä objekteja, mutta yrityksen sisällä voidaan tehdä valmiiksi perheitä, jotka ladataan uudelle projektille. Tällaisia voivat olla malliobjektit esimerkiksi paaluperustuksista, joista on helppo muokata objekti kohteen mukaiseksi. [16.] Objektiperheet sisältävät paljon informaatiota itse objektista ja ovatkin siksi tärkeä osa tietomallia. Ne sisältävät käytännössä sanojen *Building Information Modeling* koko information osuuden. Niiden sisältämän tiedon avulla saadaan Revitistä ulos esimerkiksi määrälaskentaa helpottavat määräluettelot kuten sen, montako ontelolaattaa rakennukseen tulee. [15.]



Kuva 12. Ramboll Finlandin familyistä löytyy valmiina esimerkiksi työkalu ontelolaattoja varten

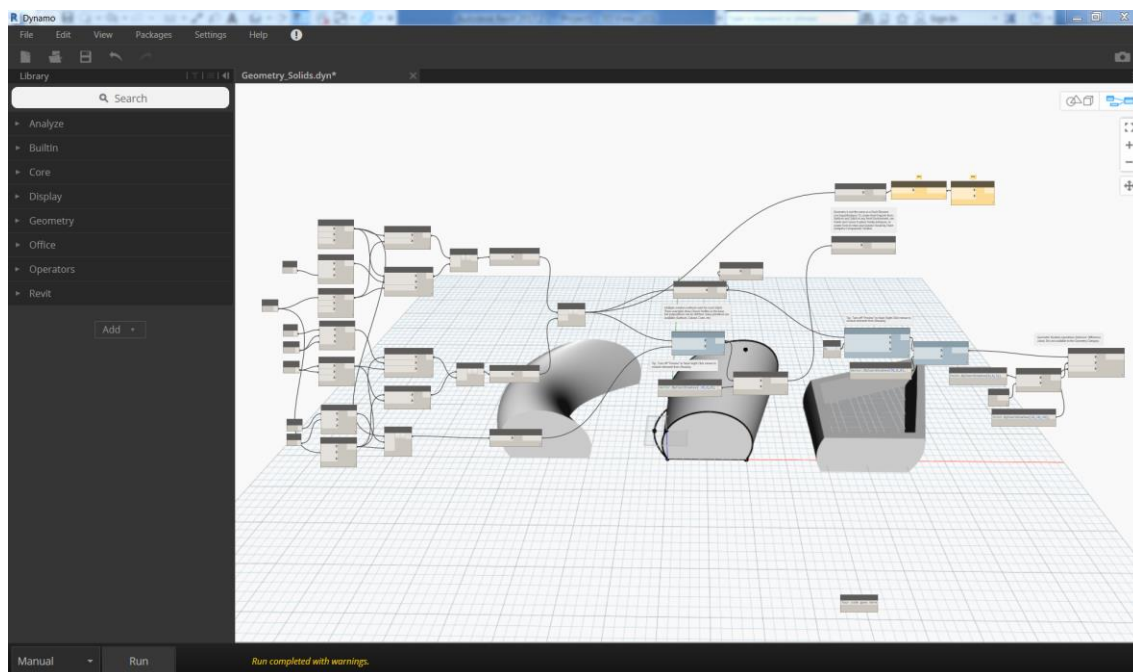
Lisäksi valmiita objektiperheitä Autodeskin Revitille tuottaa Suomessa yritys nimeltä ProdLib. He tuottavat objektiperheitä yhteistyössä tuotevalmistajien tilauksesta esimerkiksi rakenne- ja arkkitehtisuunnittelijoiden käyttöön. ProdLibin objektiperheet ovat suunnittelijoille ilmaisia ja vaativat ainoastaan rekisteröitymisen, jotta he saavat kerättyä tietoa käyttäjistään. Heidän objektiperheistään löytyy muun muassa Ruukin, Peikon, Finnfoamin ja Ruduksen tuotteita. Kuvassa 13 on esitetty työkalu Peikon deltapalkkien tekemisen helpottamiseksi ProdLibin kirjastosta. [26.]

Intermediate beam (D)											
Item	Dimensions							Connections		Other	
	B [mm]	b [mm]	b1 [mm]	b2 [mm]	h [mm]	d1 [mm]	d2 [mm]	Length [mm]	Beam start connects to		Beam end connects to
D20-200	395	200	97.5	100	200	10	6	2000	none	none	Hole 80
D20-300	495	300	97.5	180	200	10	6	2000	none	none	Hole 80
D20-400	660	400	130	278	200	10	6	2000	none	none	Hole 80
D22-300	495	300	97.5	170	220	10	6	2000	none	none	Hole 80
D22-400	660	400	130	270	220	10	6	2000	none	none	Hole 80
D25-300	495	300	97.5	155	250	10	6	2000	none	none	Hole 150
D25-400	660	400	130	255	250	10	6	2000	none	none	Hole 150
D26-300	495	300	97.5	148	265	10	6	2000	none	none	Hole 150
D26-400	660	400	130	245	265	10	6	2000	none	none	Hole 150
D30-300	495	300	97.5	130	300	10	6	2000	none	none	Hole 150
D30-400	660	400	130	230	300	10	6	2000	none	none	Hole 150

Kuva 13. ProdLibin työkalu Peikon deltapalkkien tekoon

4.3.5 Dynamo

Dynamo on Revitin alustalla toimiva lisäosa algoritmiseen suunnitteluun. Dynamon avulla suunnittelija voi muokata omaa työnkulkuaan ja työkalujaan. Dynamolla voidaan esimerkiksi muokata sitä, mitä tietoa jokin objekti tai rakennus sisältää tai muokata sen geometriaa, neliömääriä, kerroksia ja muotoja. Muokkaaminen tapahtuu antamalla Dynamolle matemaattisia raja-arvoja, joiden avulla tietomallista muokattava sisältö muuttuu. [16.] Dynamon tavoitteena on antaa rakennesuunnittelijoille mahdollisuus suunnitella mahdollisimman optimoituja rakenteita [4.]. Dynamo on erinomainen työkalu mallinnettaessa useasti toistuvia muotoja tai objekteja. Sen avulla voidaan korkeaan rakennukseen mallintaa nopeasti kaikkiin kerroksiin toistuvat pilarit tai vaikka ontelolaatat. [15.] Kuvassa 14 Dynamon perusnäkö, jossa taustalla näkyy Dynamolla mallinnettuja objekteja.



Kuva 14. Dynamo lisäosa Revitiin algoritmiseen suunnitteluun

4.4 Autodesk Revitin käyttötilanne Rambollilla

Ramboll Finlandilla kehitystyö Revit ympäristöjen parissa on käynnissä kaikilla suunnittelualoilla. Pilottiprojekteja on käynnissä ja kiinnostus Autodeskin Revitin hyödyntämiseen on huomattava. [15.]

Rakennetekniikan yksikössä Revit-ympäristön muokkaaminen on jo pitkälle edennyt. Valmiiksi on luotu muun muassa aloituspohja, jossa on esimerkkejä erilaisista rakenteista. Näiden muokkaaminen korjausrakennesuunnitteluun on esillä tässäkin työssä. Aloituspohjasta löytyy suoraan nimiöt valmiina monen erityyillisille piirustuksille ja asiakirjaluettelon luomiseksi. Aloituspohjasta löytyy myös valmiita malleja tuoteosaluetteloille ja esimerkiksi piirustusten luomisesta on tehty erittäin helppoa. Mallintajan tulee piirustusta tehtäessä vain ”raahata” oikeat asiat tiedostoselaimesta paperille ja muokata paperi oikean kokoiseksi. Tämän lisäksi Ramboll Finlandin Revit-ympäristöön on luotu suuri määrä valmisobjekteja eli familyitä. Tuoteperheistä löytyy esimerkiksi valmiiksi luotuna esimerkkipilareita ja -palkkeja, joista on helppo kopioida pohjatiedot ja muokata objektin poikkileikkaus vastaamaan tarvittavaa. Rambollin tuoteperheistä löytyy myös valmis työkalu ontelolaattojen mallinnukseen. Ontelolaattojen mallintaminen on päätetty toteuttaa palkkityökalulla. Suunnittelijan tarvitsee ainoastaan valita tarvittavan ontelolaatan tyyppi ja mallintaa objekti. Kuvassa 12 on esitettynä Rambollin ontelolaattoja varten tehty malliobjektit. [15.]

Rakennetekniikan korjausrakentaminen ja tutkimukset -yksikkö on toteuttanut joitain projekteja tähän mennessä siten, että suunnittelussa on käytetty apuna Autodeskin Revitiä. Revit ei kuitenkaan vielä ole ollut ennen Kruununhaan yläasteen pilottiprojektia suunnittelun päätyökaluna. Kohteessa kaikki suunnittelu pyritään pitämään Revitissä, vaikka osa suunnittelusta jouduttaisiin toteuttamaan viivapiirtona. Kohdetta pyritään myöhemmin käyttämään yrityksen referenssikohteena korjausrakennetekniikan tietomallinnuksen osalta. Tämän vuoksi tämän insinööritoimiston ongelma muodostui ajankohtaiseksi. Ramboll Finlandilla on kuitenkin tehty erittäin paljon inventointimallinnusta ja referenssejä löytyy tältä osin jo useita. Esimerkiksi kuvassa 3 on Helsingin Yrjönkatu 13:sta sijaitseva St. Georgen hotelli. [15.]

5 Kruununhaan yläaste – pilottiprojektin taustoja

Kruununhaan yläasteen rakennus koostuu kahdesta osasta. Vanhempi osa on valmistunut vuonna 1897 ja on viisikerroksinen. Vanhan osan suunnitteli Onni Törnqvist, jonka tunnetuin suunnittelukohde on kansallisteatteri. Kruununhaan yläaste sijaistee osoitteessa Snellmanninkatu 18 ja se on aina toiminut kouluna. Rakennusta on peruskorjattu useita kertoja muun muassa sodan jälkeen, kun rakennuksesta ei jäänyt pommituksien jäljiltä käytännössä kuin julkisivut pystyyn, kuten kuvasta 15 voidaan nähdä. Rakennuksen vanhaa osaa päätettiin tällöin korottaa yhdellä kerroksella ja vesikaton muoto muuttui tämän myötä. Lisäksi korjauksen yhteydessä koulua laajennettiin kolmikerroksisella osuudella, joka valmistui vuonna 1949. Rakennuksesta on laadittu rakennushistoriallinen selvitys vuonna 2016. [5.]

5.1 Kruununhaan yläasteen rakenteet

Kruununhaan yläaste on pääasiassa kallion varaan perustettu ja vanhan osan sokkelit ovat ladottuja ja saumattuja luonnonkivisokkeleita. Uudella osalla sokkelit ovat teräsbetonisokkeleita, joissa on luonnonkiviverhoilu. Vanhassa osassa ulkoseinät ovat ajalleen tyypillisiä massiivitiiliseiniä, kun taas uuden osan julkisivu on rapattu ja maalattu. Rakennuksen välipohjat ovat lähes kauttaaltaan ala- ja kaksoislaattapalkistoja, mikä on hyvin tyypillinen rakenne 1940-luvulta. Tosin rakennuksen rakennepiirustusten perusteella jokainen kerros on toteutettu hyvin eri tavoin, mikä tekee tulevasta peruskorjauksesta mielenkiintoisen. Yläpohjarakenteena toimii tuulettuvana toteutettu ala- ja kaksoislaattapalkisto. Vesikate on toteutettu pääasiassa betonikattotiilillä ja laajennusosan ja vanhan osan yhdistävässä nivelosassa peltikatteella. Rakennukseen on toteutettu sadevesi- ja salaojajärjestelmien perusparannus ja rakentaminen vuonna 2006, eikä siihen ole rakennettu väestönsuojaa. [3.]

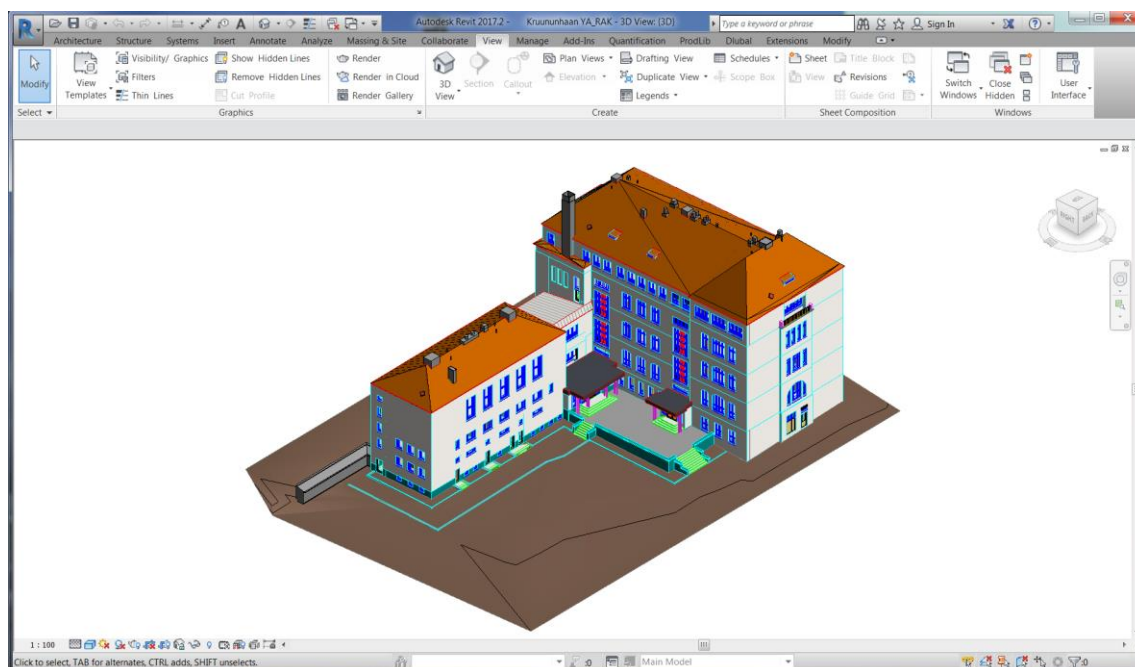


Kuva 15. Kruununhaan yläaste vuonna 1944 pommitusten jälkeen. Kuvan ottanut Veikko Hiltunen [5.]

5.2 Suunnitteilla oleva peruskorjaus

Rakennukseen on suunnitteilla seuraava peruskorjaus mahdollisesti alkaen kesällä 2018. Yleissuunnitteluvaihe toteutetaan talven 2017–2018 aikana. Rakennukseen tullaan rakentamaan korjauksen yhteydessä uudet IV-konehuoneet sekä vanhalle että laajennusosalle. Tämän vuoksi vanhoja rakenteita joudutaan mahdollisesti vahvistamaan. Vanhan osan ullakolla puretaan vanha hissikonehuone ja rakennusaikaiset kanavat sekä lämmöneristetään lattia. Vanhan hissikuilun seinät tullaan pääasiassa jättämään ja kerroksessa, jossa ne puretaan, tullaan toteuttamaan järeät tuennat ylemmille osille. Vesikatoille tullaan tekemään vahvistuksia uusia läpivientejä varten. Vanhan osan peltikatteiset, ulokkeenomaiset yläpohjarakenteet uusitaan ja läpiviennit tiivistetään. Välipohjat tullaan tyhjentämään ja puhdistamaan vanhasta rakennusaikaisesta jätteestä molempien rakennuksien osilla ja tarvittaessa toteutetaan niiden tiivistäminen. Välipohjiin tullaan toteuttamaan myös uudet aukot ja vahvistukset esimerkiksi uutta hissiä ja IV-kuiluja varten. Uutta hissiä varten rakennukseen toteutetaan hissille perustukset sekä uudet teräsbetoniseinät. Laajennusosalla alapohja puretaan ja toteutetaan uusi alapohjarakenne. Lisäksi rakennukseen tullaan toteuttamaan uusia aukkoja, jotka vaativat vahvistuksia olemassa oleviin rakenteisiin. Korjauksella pyritään myös parantamaan rakennuksen paloturvallisuutta sekä tekemään rakennuksesta esteettömämpi rakentamalla muun

muassa uusia luiskia ja porrashissejä rakennukseen. Peruskorjauksen arkkitehtisuunnittelusta vastaa Arkkitehtuuritoimisto Kouvo & Partanen ja rakennesuunnittelusta Ramboll Finland Oy. Kohteessa rakennuttajana toimii Helsingin kaupungin kiinteistöviraston tilakeskus. [3.]



Kuva 16. Kruununhaan yläasteen inventointimalli Autodeskin Revit -ohjelmassa [8.]

5.3 Kohteen tietomallintaminen

Kruununhaan yläasteen rakennuksesta on toteutettu inventointimalli vuonna 2016 Rakennusviraston arkkitehtuoriosaston toimesta. Inventointimalli toteutettiin laserkeilausten avulla. Mittaus suoritettiin toukokuussa 2016 ja rakennus mitattiin näkyviltä osiltaan kokonaan muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Rakenneavauksia ei tällöin ole toteutettu. Inventointimalliin kaikki rakenteet on mallinnettu yksirakenteisina eivätkä materiaalitiedot välttämättä ole oikein. Inventointimalli toteutettiin yleisien tietomallivaatimuksien osan kaksi ensimmäisen liitteen tason kaksi mukaisesti. [9.]

Kohteen tietomalleja laadittaessa on noudatettava YTV:n 2012 ohjeistuksia. Tarkkuustasoksi on asetettu tarkkuustaso kaksi eli on varauduttava seuraaviin asioihin:

- kohteesta saatetaan tulla tekemään tietomallipohjainen energia-analyysi
- rakennuksen sijainti ja geometriat on mallinnettu vaatimuksien mukaisesti
- rakennetyypit määritellään ja nimetään oikein ja tuoteosat mallinnetaan
- rakentamista valmistellessa tulee rakennuspohjainen määrälaskenta olla toteutettavissa siten, että kappalemäärät ja kaikki oleellinen määrätieto on rakennusosittain saatavissa mallista
- tietomallin tulee olla ristiriidaton ja yhteen sovitettu.

Tiedonsiirto suoritetaan avointa tiedonsiirtostandardia IFC 2x3 käyttäen ja mallipohjaisten suunnitelmien kommentoinnissa ja kommunikoinnissa tullaan lähtökohtaisesti käyttämään BCFzip-formaatin mukaista tiedonsiirtoa. BCF on XML-pohjainen, pieni tiedosto, jolla voidaan kevyesti esittää kysymykset jostain tietomallin osasta toiselle osapuolelle, kun havainnollistamiseksi ei ole tarvetta lähettää koko IFC-mallia. Kohteen tietomallissa olevat rakennusosat on nimettävä Talo 2000 -rakennusosanimikkeistön, LVI-nimikkeistön ja sähkönimikkeistön mukaisesti. Kruununhaan yläasteesta tuotettavia tietomalleja ovat tontinmalli, inventointimalli, tilamalli, rakennusosamalli, järjestelmämalli, toteumamalli, ylläpitomalli sekä yhdistelmämalli kulloisenkin tarpeen mukaan. [19, 20.]

6 Esitystapaohjeen laatiminen

Lähtökohtaisesti tietomallinnettaessa on tavoitteena tuottaa rakennuksesta kolmiulotteinen tietomalli, jota voitaisiin hyödyntää myös rakennuksen tuotannossa. Kuitenkin vielä tänä päivänä pääasiallinen tuote, joka on työmailla käytössä, on kaksiulotteinen piirustus, joka voidaan tuottaa tietomallinnusohjelmalla tai perinteisellä suunnittelutyökalulla, kuten AutoCAD. Vaikka työmaiden työnjohdolla olisikin käytössään tietomalli, niin työntekijät toteuttavat työn pääasiassa piirustuksien perusteella. Esitystapaohjeella pyritään hakemaan ratkaisu esitystavoille tietomallista tuotettaviin piirustuksiin, kunnes voidaan

vähentää kaksiulotteisten piirustusten käyttöä ja suorittaa työt esimerkiksi tablet-tietokoneelle ladattavalla kolmiulotteisella mallilla. Tämän hetkinen tilanne on, että suunnittelijat tuottavat hienoja kolmiulotteisia malleja ja niiden informaatiosta käytetään vain murto-osa, joka näkyy piirustuksilla. Tietomallinnusohjelmilla tuotettavissa piirustuksissa ei kuitenkaan voida täysin toteuttaa Rakennustietosäätiön antamia rakennuspiirustuksien esitystapaohjeita ilman, että työ olisi kaksinkertainen. Esimerkiksi uuden ja vanhan rajapinnan viivapaksuuksilla erottelu ei tietomallista tuotettavissa piirustuksissa onnistu helposti ilman, että viivat piirrettäisiin uudelleen vielä piirustuksien puolella. Tällöin jälleen virheiden mahdollisuus kasvaa tietomallin päivittyessä sekä työ olisi kaksinkertainen, kun mallinnuksen lisäksi tehtäisiin vielä viivapiirtoa. [15.]

6.1 Uusien ja vanhojen rakenteiden erottelu Rambollilla maailmalla

Insinööriyötä varten lähetettiin kysymykset Rambollin rakennetekniikan yksiköille Ruotsiin, Norjaan, Tanskaan ja Iso-Britanniaan. Vastauksia saatiin vain Ruotsin ja Iso-Britannian yksiköistä. Molemmista yksiköistä saatiin tätä työtä varten yhdet Revitillä toteutetut tietomallit.

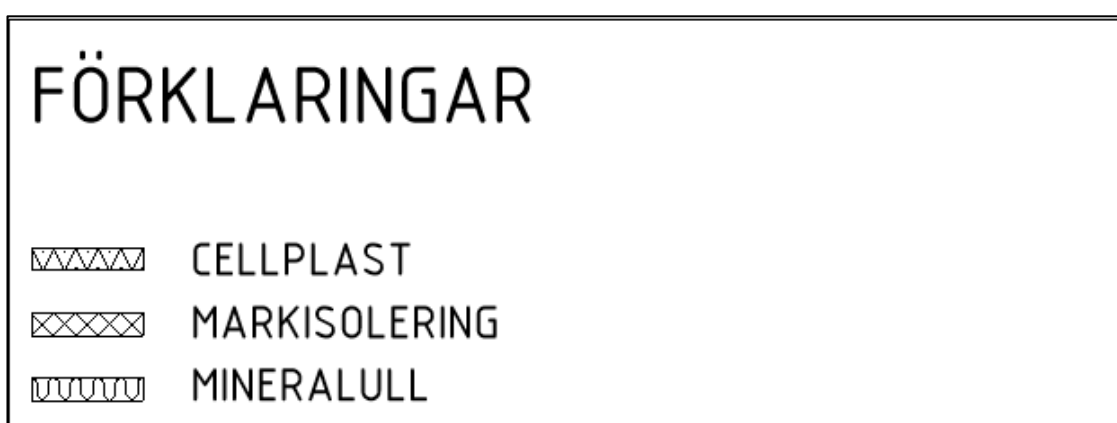
Rambollin Ruotsin korjausrakennesuunnittelussa Autodeskin Revit on jo käytössä noin 60 % kaikista suunnittelukohteista. Arviot vaihtelivat vastaajasta riippuen. Revitillä on Ruotsissa mallinnettu muun muassa sairaalarakennuksien, kauppakeskusten ja lentokenttärakennuksien peruskorjauksia. Ruotsissa rakennesuunnittelussa uuden ja olemassa olevan rakenteen erottelu piirustuksissa on toteutettu esimerkiksi erilaisella täytökuvioilla. Kuvassa 17 vasemmalla oleva harmaatäytteinen rakenne kuvaa uutta betonirakennetta ja oikeanpuoleinen näyttää sen, miten olemassa oleva rakenne esitetään. Tämän lisäksi havainnollistamiseksi olemassa olevaan rakenteeseen usein lisätään teksti ”BEF”, joka tulee sanasta ”BEFINTLIG”. Tämä tarkoittaa olemassa olevaa tai nykyistä. Lisäksi Ruotsin yksikkö on betonirakenteissa erotellut vielä uuden rakenteen siten, että piirustuksissa näkyy, onko betonirakenne elementti vai paikallavalettu. Kuvan 17 kolmesta täytöstä oikealla oleva kuvaa Ruotsin yksikön tapaa kuvata uusi betonielementtirakenne. Puurakenteissa erottelua tehdään sen mukaan, onko kyseessä esimerkiksi sahatavaraa, liimapuuta tai vaneria. [15.]



Kuva 17. Tapa, jolla betonirakenteet erotellaan piirustuksissa Ruotsissa [15.]

Rambollin Ruotsin yksikössä ei käytetä juurikaan eri aikakausien erottelua. Ainoastaan tapauksissa, jossa rakennuksessa on toteutettu useita peruskorjauksia, on eri aikakaudet saatettu erotella. Tällöinkin erottelulla on pitänyt olla jotain merkitystä projektille. Erottelu on toteutettu koodilla objektille, joka kertoo esimerkiksi tagissa, milloin se on toteutettu. Ruotsin vastaajista toinen näki tämän hyödylliseksi, kun taas toinen vastaaja ei kokenut aikakausien erottelulla olevan mitään merkitystä. [15.]

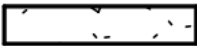


Ruotsista ei saatu tietomallia, joka olisi koskenut korjausrakentamista. Uudisrakennus, josta tietomalli saatiin, on kolmikerroksinen ja kolmiosainen puukerrostalo. Rakennus sijaitsee Leksandin kaupungissa ja se on valmistunut vuonna 2017. Vaikka kohde olikin uudiskohde, oli myös tässä eroteltu rakenneosia ja selkeytetty eri asioiden tarkoitusta yleistekstien avulla. Erottelua oli toteutettu muun muassa kevyiden seinien ja betoniseinien välillä sekä eri eristetyyppejä kuvan 18 mukaisella tavalla. Kohteessa oli puukerrostalosta huolimatta muutama seinä toteutettu betonista ylimmässä kerroksessa ja tästä syystä niiden erottelu löytyi myös yleistekstien täydentävästä osuudesta. Näiden lisäksi Ruotsissa on myös käytetty viivoissa värejä helpottamaan tulkintoja tärkeissä kohdissa kuten liikuntasaumoissa violettiä pistekatkoviivaa.



Kuva 18. Osa Ruotsin piirustuksien yleistekstistä

Iso-Britannian kohde on toimistorakennus, josta muutetaan uusi urbaani urheilukeskus Folkestonessa. Rakennukseen tulee skeittipuisto yhteensä kolmeen eri kerrokseen sekä kiipeilyseiniä, uusi nyrkkeilykeskus, toimistoja sekä kahvila.

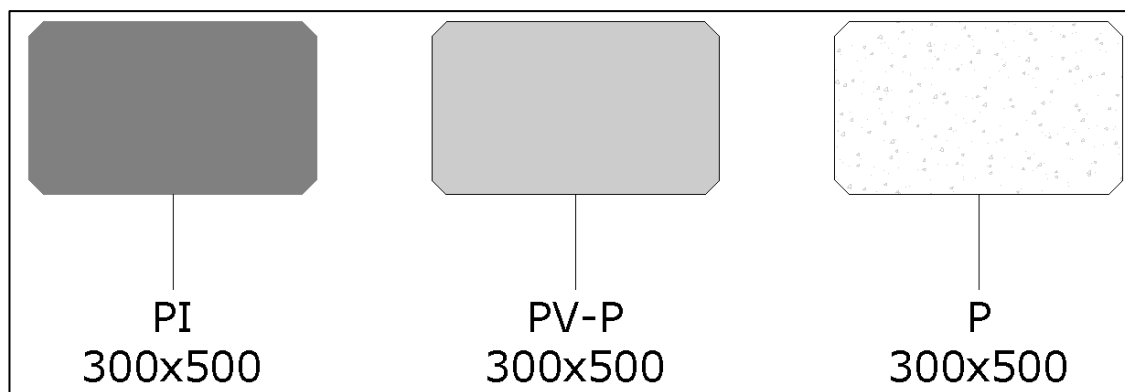
Vaikka tietomalli oli kohteesta, jossa on mahdollisesti säilytettäviäkin rakenteita, ei niitä ollut vaiheistuksella eroteltu. Käytännössä on mahdoton sanoa tietomallin perusteella, mitkä rakenteet ovat uusia ja mitkä vanhoja. Ison-Britannian yksikössä erottelu on hoidettu tekemällä legends eli selostenäkymä, johon on kerätty kattava lista materiaaleja ja eroteltu niiden esitystavat selkeästi. Listauksen mukaisia materiaalien täyttöjä on käytettävä ja piirustukseen lisätään aina yleisteksteihin selitteet käytetyistä täytöistä, jotta työmaan on helppo tulkita piirustusta. Kuvasta 19 näkee yhden piirustuksen yleisteksteihin lisätyt materiaalien täytöt. Kantavat tai jäykistävät pystyrakenteet on kuvattu kuvan 19 kohdassa 7 täytöllä, joka on Revitin käytäntö esittää olemassa olevaa betonirakennetta. Tapa on käytössä kaikissa opinnäytetyötä tehtäessä vastaan tulleissa tietomalleissa. Rakennustietosäätiön esitystapaohjeessa betonirakenne on määritetty esitettävän pyöreän palloin, mutta Revitin automaattisista betonitäytöistä kyseinen on lähimpänä tätä. Esitystapaohjeessa tosin täyttö on erittäin lähellä soratäytön kuviota. Kuvassa 19 kohdassa 8 esitetty tapa uudelle betonirakenteelle on täysin sama kuin Suomessa käytössä oleva tapa erotella uusi betonirakenne vanhasta perinteisillä menetelmillä tuotetuissa piirustuksissa. Iso-Britanniassa on eroteltu ei-kantavat ja kantavat rakenteet toisistaan vinoviivoituksella. Tämä tapa on Rakennustietosäätiön esitystapaohjeessa Suomessa määritelty tiili- tai harkkomuurauksen täytöksi, joten meillä tämä tapa ei olisi suoraan hyvän piirustustavan mukainen. Lisäksi ongelmana on, että kohdan 8 tapa on jo tällä hetkellä käytössä Revitistä tuotetuissa piirustuksissa luonnosmateriaalin tai tuntemattoman materiaalin täyttönä. Teräsrakenteet on eroteltu kohteessa piirustuksissa betonirakenteista siten, että ne tulostuvat punaisella. Lisäksi lähellä olevat rakenneosat on kuvattu riippumatta materiaalista tummemmalla ja kauempana olevat läpikuultavampina.

7. RETAINED VERTICAL STRUCTURE SHOWN THUS 
FOR COLUMN AND WALL SIZES REFER TO MNP DRAWING
215213/GA-11 Rev T3
8. NEW VERTICAL STRUCTURE SHOWN THUS 
9. NON-STRUCTURAL CONCRETE WALL SHOWN THUS 
DECOUPLED VERTICALLY AND HORIZONTALY FROM PRIMARY
STRUCTURE. WHERE STARTER BAR REINFORCEMENT EXIST IT
IS TO BE RETAINED

Kuva 19. Iso-Britannian yleistekstin selite

6.2 Uuden ja vanhan rakenteen erottelu Ramboll Finlandilla

Kuvassa 20 näkyy ainoa ohjeistus tavasta, jolla korjausrakennesuunnittelussa Ramboll Finlandilla tällä hetkellä erotellaan rakenteet. Vasemmalla tekstillä "PI" olevalla rakenteella tarkoitetaan pilaria, joka on inventoitu malliin ja saattaa olla vielä kuitenkin tuntematon vanha rakenne. Keskellä, vaaleanharmaalla oleva "PV-P" tarkoittaa uutta paikalla valettavaa betonipilaria. Oikealla pelkällä "P":llä olevalla tarkoitetaan olemassa olevaa betonipilaria. Ongelmana tässä tavassa on se, että se ei ota kantaa siihen, miten esimerkiksi uudet betonielementtipilarit erotellaan paikalla valetuista rakenteista tietomallista tuotetuissa piirustuksissa tai jos rakennuksessa on lisäksi vielä käytössä vesitiivistä betonia. Lisäksi nykyinen erottelutapa ei ota kantaa siihen, jos rakenneosat on rakennettu eri aikakausina. [15.]



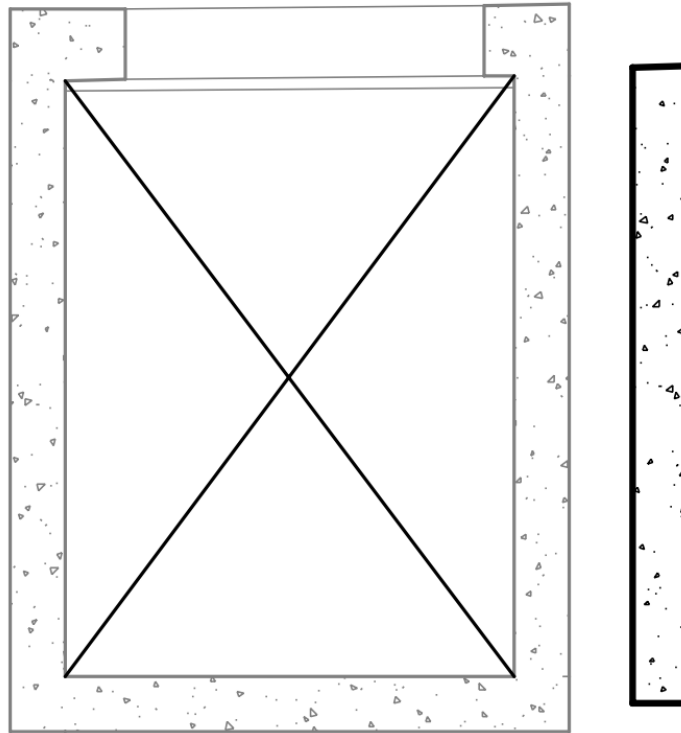
Kuva 20. Ramboll Finlandin tapa erotella betonirakenteet Revitillä tuotetuissa piirustuksissa [15.]

Yleiset tietomallivaatimukset eivät juurikaan anna vaatimuksia rakenteiden erottelulle tietomallissa. Osassa viisi ”Rakennesuunnittelu”, annetaan vain ohje noudattaa osan kaksi kuvattuja mallinnusvaatimuksia. Osassa kaksi ”lähtötilanteen mallinnus” todetaan kohdassa 3.5 Rakennusosien tyypitys, että rakennusosat tulee tyypittää inventointimallin tarkkuustason mukaisella tavalla ja tarkkuudella. Lisäksi kohdassa mainitaan vain, että tyypistä tulee selvitä, onko kyseessä olemassa oleva rakenne vai uusi rakenne. Tyypityisperiaate tulee kirjata tietomalliselostukseen. [23.] Rakennustietosäätöön esitystapaohjeessa otetaan kantaa tehoste- ja ainemerkintöihin siten, että niitä tulisi käyttää ainoastaan silloin kun se on tarpeen lisäämään piirroksen selvyyttä. Pinnan ääriviivat tulisi erottaa toisistaan erittäin leveällä viivalla. Kuten aiemmin todettua, tämä tapa ei ole tietomallista tuotetuissa piirustuksissa järkevä toteuttaa. Esitystapaohjeessa todetaan, että jos edellä mainittu erottelutapa ei ole mahdollinen tulee käyttää yksinkertaisia tehostemerkintöjä tai harmaan eri sävyjä. Ainemerkinnöistä annetaan lisäksi ohjeistus, että jos piirroksissa on käytetty muita kuin yleisesti tunnettuja piirrossymbolia tai merkintää, tulee ne selittää piirustuksen selitteissä. Tähän veloitetaan myös Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa RakMK A2, Rakennuksen suunnittelijat ja suunnitelmat. [24.]

6.3 Koetulostukset

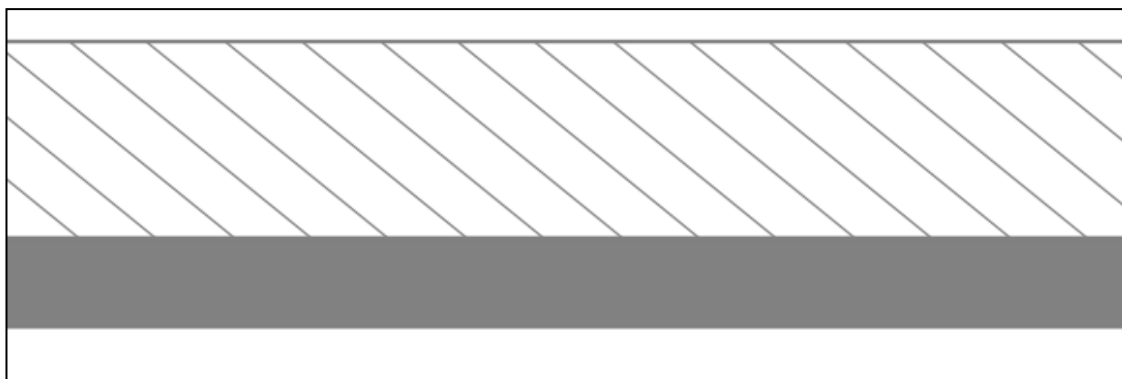
Ramboll Finlandin ohjeistuksen puuttuminen tuli hyvin esiin Kruununhaan yläasteen ensimmäisiä luonnoksia tehtäessä mittapiirustuksista. Yleissuunnitteluvaiheen jälkeisissä mittapiirustuksissa tätä ongelmaa ei ollut vielä ratkaistu, joten ainoaksi eroksi uuden ja olemassa olevan rakenteen välillä jäi tummennettu rajaviiva sekä hieman harvempi betonitäyttö eli hatch. Kuten kuvasta 21 nähdään ero olemassa olevan hissikuilun ja uutena rakenteena mallinnetun betoniseinän välillä on hyvin vähäinen. Lisäksi ongelmana tässä

tavassa on se, että perinteisessä AutoCADilla toteutetussa suunnittelussa on olemassa olevaa ja uutta rakennetta eroteltu juuri paksummalla viivalla. Tällöin paksulla viivalla on korostettu olemassa olevia rakenteita, joten väärinkäsitysten mahdollisuus kasvaisi tällä erottelulla. Lisäksi täyttö on Rakennustietosäätiön esitystapaohjeessa ohjeistettu käytettäväksi soran täyttönä.



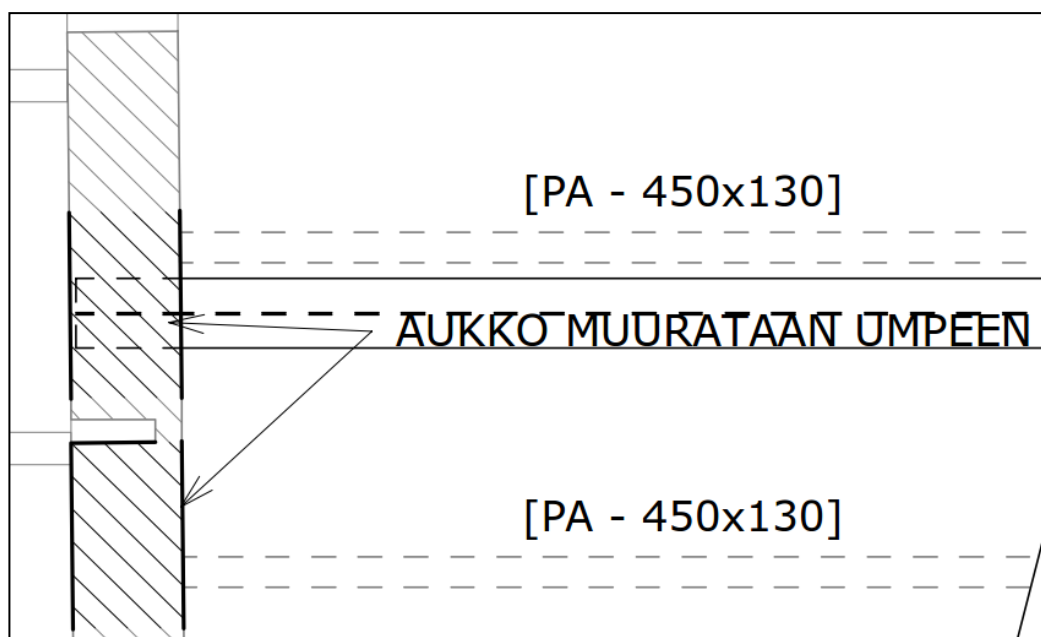
Kuva 21. Kuvankaappaus Kruununhaan yläasteen luonnospiirustuksesta

Uudet ja vanhat rakenteet on perinteisissä AutoCADilla tuotetuissa piirustuksissa eroteltu paksumman viivan lisäksi siten, että vanhassa rakenteessa on betonitäyttö kuten kuvassa 21 ja uudessa rakenteessa harmaa umpinainen täyttö kuten kuvassa 22. Revi-tistä tulostetuissa luonnospiirustuksissa kuitenkin huomataan, että harmaa täyttö on käytössä materiaalissa, joka on jäänyt inventointimallia tehtäessä vielä tuntemattomaksi. Materiaalia ei ollut myöskään saatu tarkennettua vielä luonnospiirustuksia tehtäessä, joten se tulostui kuten perinteisen suunnittelun uuden betonirakenteen täyttö perinteisissä piirustuksissa.



Kuva 22. Revitin luonnosmateriaalin täyttö harmaalla

Kruununhaan yläasteella muurataan umpeen useita vanhoja oviaukkoja sekä joitain vanhoja syvennyksiä tiilimuurauksella. Luonnospiirustuksissa näiden erottelu toteutettiin siten, että vanhat rakenteet tulostuivat vaaleanharmaalla ja 45 asteen kulmassa olevilla viivoilla kuten pääsääntöisesti AutoCAD pohjaisissa piirustuksissakin. Uudet tiilirakenteet puolestaan esitettiin kuten vanhatkin, mutta tulostuksen värinä oli musta. Kuvassa 23 tiilirakenteiden erottelu näkyy selkeästi umpeen muurattavaksi merkittyjen aukkojen kohdalla. Lähtökohtaisesti tapa on selkeä eikä jätä piirustuksen lukijalle epäselvyyttä, siitä mikä rakenne tiilimuurauksessa on uutta ja mikä vanhaa. Erottelun tämän hetkinen heikkous on, että uuden muurauksen päätyyn ei automaattisesti piirry selkeyttäviä viivoja, joista selviäisi rajapinnat uuden ja vanhan välillä. Viivat voi piirtää erikseen piirustuksia luodessa halutessaan, mutta tämä olisi turhaa aikaa vievä työvaihe ja veisi ajatusta siitä, että mallista saaduissa piirustuksissa ei tarvita viivapiirtoa. Lisäksi mahdollisuus suunnitelmien päivittyessä virheeseen kasvaa, kun päivitys tulee tehdä kahteen paikkaan.



Kuva 23. Uuden ja vanhan tiilirakenteet erottelu Kruununhaan yläasteen luonnospiirustuksissa

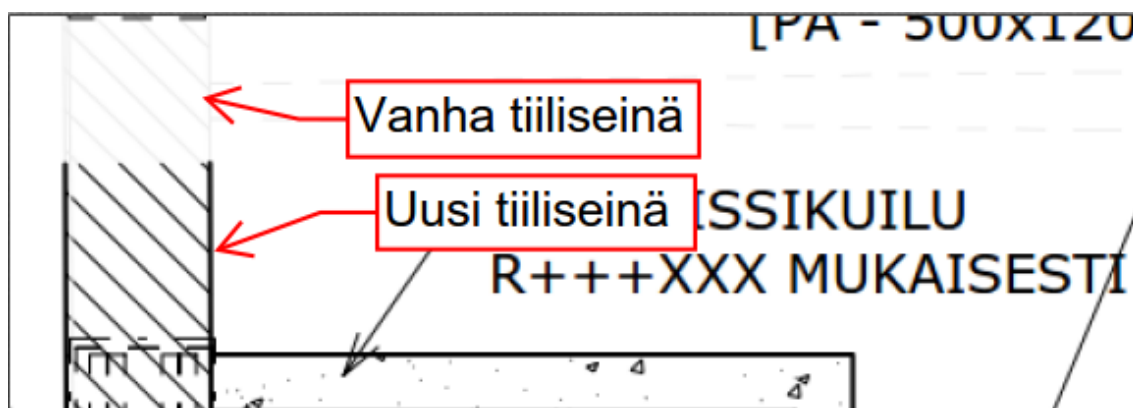
7 Revit kantavien rakenteiden erottelu

7.1 Ratkaisu uusien ja vanhojen rakenteiden erotteluun

Yleispiirustuksien paljastamiin ongelmiin lähdetään hakemaan ratkaisuja siten, että piirustukset olisivat kuitenkin toimivia, vaikka ne tuotaisiin eli exportoitaisiin Revitistä AutoCADIin. Lisäksi halutaan mahdollisuuksien mukaan noudattaa RT15-10635 ohjeita rakennuspiirustusten esitystapaohjeista, vaikka lähtökohtaisesti on tiedossa, että täysin esitystapaohjeistuksen mukaisia piirustuksia Revitillä ei lähdetä tuottamaan. Syynä tähän on se, että esimerkiksi perinteisesti uuden ja vanhan rakenteen rajapinnassa olevat viivan paksunnokset jouduttaisiin toteuttamaan viivapiirtona piirustuksiin. Tietomallinnettaessa Revitillä pyritään viivapiirtoa välttämään, jotta muutoksia ei tarvitse tehdä kuin tietomalliin, josta ne päivittyvät piirustuksiin automaattisesti.

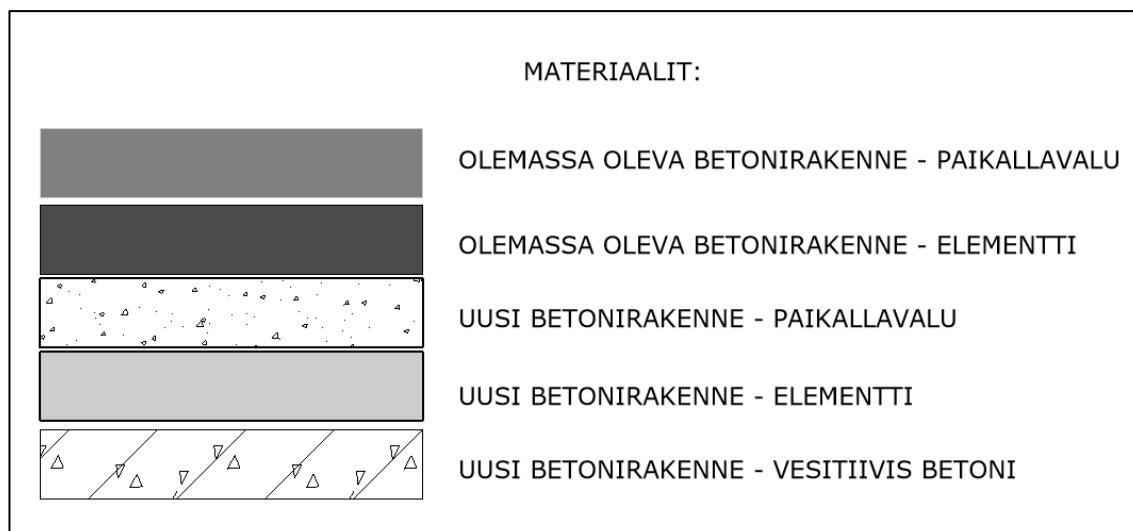
Käytännössä vaihtoehtoja ovat viivatyyppien muutokset, rastereiden muutokset sekä harmaan eri sävyjen käyttäminen objekteilla. Revitissä voidaan viivojen tulostuspaksuuksia ja sävyjä muuttaa manage-välilehdeltä phasing-asetuksia säätämällä. Phasing-välilehdeltä on helposti mahdollista säätää esimerkiksi olemassa olevat rakenteet näkyvän piirustuksessa läpikuultavana, joka selkeyttää eroa uuden ja vanhan rakenteen välillä

selvästi. Tällöin piirustuksessa mustat eli uudet rakenteet korostuvat huomattavasti vanhoista rakenteista kuten kuvasta 24 nähdään. Tässä uusi tiiliseinä erottuu huomattavasti selkeämmin jo vanhasta rakenteesta kuin kuvassa 23. Läpikuultavuuden suurin ongelma ilmeni tuotaessa piirustus Revitistä AutoCADiin, sillä AutoCADissa ei kyseinen ominaisuus ole käytettävissä. Piirustukset eivät kuitenkaan näyttäneet juurikaan epäselvemmiltä AutoCAD puolella ilman läpikuultavuutta, kunhan Revitissä käytetyn harmaan sävy on AutoCADin kanssa yhteinen. Läpikuultavuuden käyttäminen korostamaan liitteenä olevan esitystapaohjeen materiaaleja toisistaan on kuitenkin mahdollista.



Kuva 24. Vanhat rakenteet tulostettu läpikuultavana

Parhaana ratkaisuna nähtiin Ison-Britannian esitysohjeen jalostaminen omiin tarpeisiimme sopivaksi. Isossa-Britanniassa monelle objektille on määritelty väreillä erottelu, joten asioiden esittäminen heidän tavallaan ei ole mahdollista. Käytännössä lähdettiin toteuttamaan uusi legends eli selostenäkymä Ramboll Finlandin aloituspohjaan, joka on Revit-versiosta riippumatta sama. Tämä toimii yleistekstien tavoin piirustuksiin liitettävänä ohjetekstinä, joka on helppo raahaamalla lisätä piirustukseen. Esitystapaohje sisältää listattuna yleisesti käytössä olevia materiaaleja sekä niiden selitteen esitystavasta. Lopulta tämän insinööriyön aikana haettiin ratkaisut 17 eri materiaalille, joita piirustuksissa halutaan erotella toisistaan. Esitystapaohjetta on tarkoitus koekäyttää Kruununhaan yläasteen toteutussuunnittelussa ja tämän jälkeen se viedään aloituspohjaan mahdollisten muutoksien jälkeen.



Kuva 25. Esitystapaohjeen betonirakenteet luonnosvaiheessa

7.2 Materiaalien listaus ja erottelu

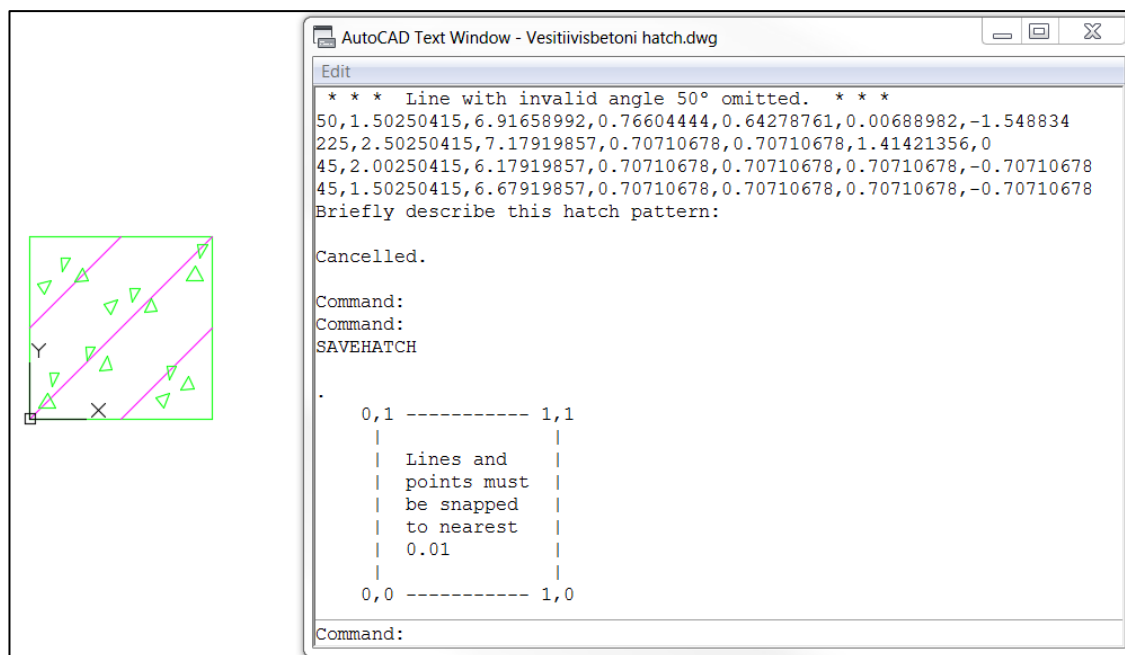
Esitystapaohjeen laadinnassa lähdettiin liikkeelle materiaalien listauksesta. Materiaalit voidaan karkeasti jakaa kolmeen ryhmään: betonirakenteet, muurattavat rakenteet sekä eristeet. Lisäksi luonnosmateriaalin esitystapa muutettiin, jotta väritys saatiin betonirakenteiden käytettäväksi. Kuvassa 25 nähdään betonirakenteiden erottelu esitystapaohjeessa luonnosvaiheessa. Materiaalien erotteluun otettiin lähtökohdaksi se, että uudet rakenteet tulisivat pääasiassa tulostumaan mustalla värillä ja olemassa olevat harmaan sävyllä 204, joka on AutoCADin yleinen harmaansävy. Luonnosvaiheessa olemassa oleville betonirakenteille lähdettiin hakemaan solideja eli umpinaisia täyttöjä ja tummia harmaan sävyjä, jopa mustaa. Tämä värien käyttö hieman poikkesi pääsäännöstä. Umpinaisten täyttöjen käytölle oli pääasiassa kolme painavaa syytä. Mustaa umpinaista täyttöä aiemmin käytetty olemassa olevan betonirakenteen tunnuksena Hanasaaren kohteessa. Tummien täytteiden käyttöä olemassa olevissa rakenteissa perinteisen vaalean harmaan sijaan tuki myös uudisrakentamisen puolen Teklalla tuotetut piirustukset. Kyseinen harmaa, joka valikoitui uusien betonielementtirakenteiden esittämiseen, oli käytössä myös uudiskohteissa erottelemassa uusia elementtirakenteita paikallavalurakenteista. Lisäksi umpinaiset täytöt ovat Revitissä erittäin turvallinen valinta, kun niiden skaalautumisessa ei ole ongelmia mittakaavan vaihtuessa.

Alun perin olemassa olevat betonirakenteet oli tarkoitus esittää kaikki samalla tavalla. Kuitenkin vanhempien suunnittelijoiden ajatuksesta esitystapaohjeeseen lisättiin vielä

erottelu olemassa olevalle betonirakenteelle sen mukaan, onko rakenne paikallavalettu vai elementtirakenne. Tämä nostettiin mukaan, sillä korjausrakennesuunnittelussa on erittäin oleellista tietää, onko betonirakenne elementti vai paikallavalettu.

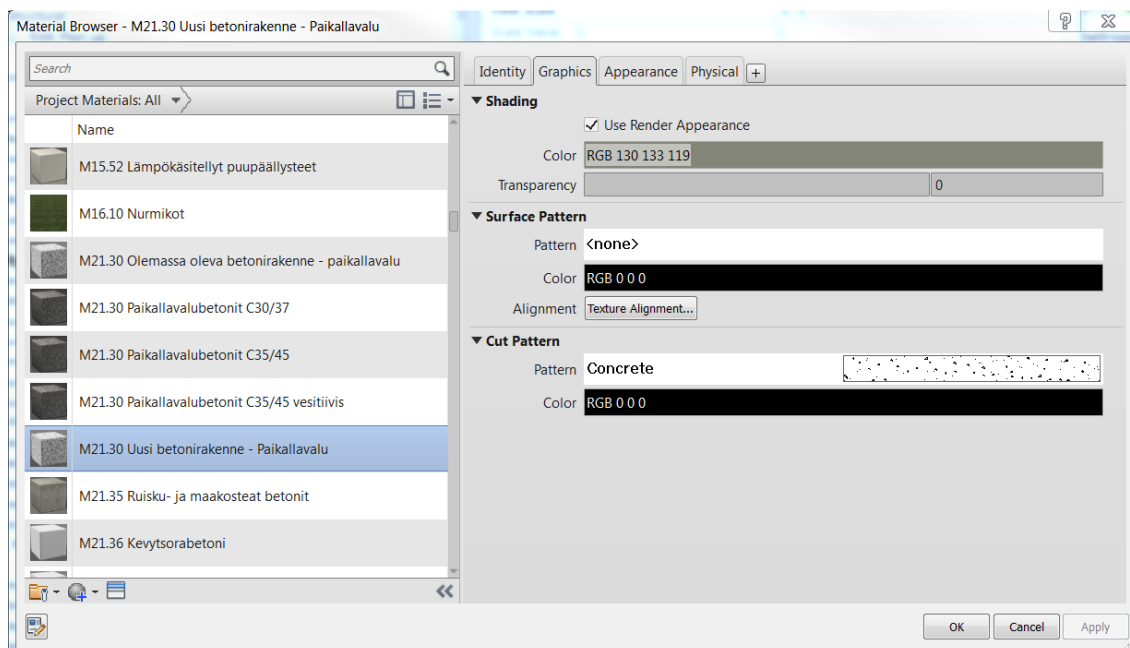
Korjausrakentamisen kohteissa pääasiallisesti uudet rakenteet kiinnostavat rakentajaa lähtökohtaisesti olemassa olevia rakenteita enemmän. Tämän vuoksi tehtäessä koetustuksia elementtibetonin harmaa umpinainen täyttö todettiin liian hallitsevaksi. Ongelma ratkaistiin siten, että lopulliseen ehdotukseen esitystapaohjeesta kuvan 25 olemassa olevan paikallavalu betonirakenteen täyttö muutettiin elementtirakenteelle. Olemassa olevalla paikallavaletulle betonirakenteelle lähdettiin tekemään perinteinen betonin täyttö, jossa on pallot. Rajat päätettiin korostaa siten, että olemassa olevilla rakenteilla on ohuemmat mustat rajaviivat ja uusilla rakenteilla paksummat. Ensin ajateltiin jättää olemassa olevien rajat harmaiksi, mutta niiden erottaminen todettiin liian laimeaksi piirustuksissa. Luonnosmateriaali päätettiin lopulta alkuperäisen harmaan sijaan toteuttaa projektikohtaisesti päätettävällä värillä. Lopullisissa piirustuksissa pyritään siihen, ettei niissä ole luonnosmateriaaleja, joten sille ei valittu täyttöä. Suoraan RT 15-10635 mukaiseksi täytöt valittiin tiilirakenteiden sekä kovien ja pehmeiden eristeiden kohdalla.

Osalle rakenteista lopullinen täyttö toteutettiin AutoCADin hatchmaker -lisätyökalulla, sillä Autodesk on vasta kehittämässä ”double pattern” -ominaisuutta Revitiin. Täytöt luotiin siten, että AutoCADin puolella piirrettiin haluttu täyttö 1mm x 1mm ruudulle. Ruudun sisällöstä muodostettiin hatchmaker-lisätyökalulla tiedosto, jonka tiedostomuotona on ”.pat”. Pat on rasteritäyttötiedosto, jonka voi suoraan AutoCADistä viedä Revitiin ja käyttää sellaisenaan. Haasteena täyttöjen tuonnissa on saada niiden skaalaus toimivaksi siten, että täyttö näyttää halutulta niin 1:10 mittakaavassa kuin 1:50 mittakaavassakin. Tämän vuoksi lähtökohtaisesti ei haluttu lähteä tekemään olemassa olevalle paikallavaletulle betonirakenteelle perinteistä pallotäyttöä. Lopulta kuitenkin tiettyjen täyttöjen kohdalla tämä oli välttämätöntä. Kuvassa 26 hatchmaker-työkalu sekä työssä luotu täyttö vesitiiviille betonille. Lopullinen esitystapaohje on tämän insinööriyön liitteenä.



Kuva 26. Kahden täytön yhdistäminen AutoCADin avulla hatchmaker-työkalulla

Kun materiaalit saatiin listattua ja jokaisella materiaalille päätettyä täyttö, lisättiin tiedot materiaalien kirjastoon. Materiaalikirjastoon luotiin jokaiselle esitystapaohjeessa esitellylle materiaalille, oma uusi materiaalinsa. Materiaalit nimettiin Talo 2000 -hankenimikkeistön mukaisesti, kuten kuvassa 27 näkyvä "M21.30 Uusi betonirakenne – Paikallavalu". Esitystapaohjeen mukainen täyttö haluttiin kuvan 27 "Cut Pattern" kohtaan, jolloin aina käytettäessä eri materiaalia haluttu täyttö tulee piirustukseen. Lisäksi muiden välilehtien tiedot täytettiin vastaamaan haluttua, jotta lopulliseen esitystapaohjeeseen materiaalien tiedot, voidaan ottaa tagien avulla. Tämä ohjeistus laaditaan, kun insinööriyön aikana toteutettu esitystapaohje on koekäytetty Kruununhaan yläasteen toteutussuunnittelussa. Tämän vuoksi tässä vaiheessa ei myöskään esimerkiksi paikallavalubetonille vielä laadittu omia materiaaleja eri lujuusluokille. Lujuusluokilla ei myöskään ole vielä merkitystä Kruununhaan yläasteen koekäytössä, sillä tietomallia ei hyödynnetä laskennassa.



Kuva 27. Esitystapaohjeen informaatio vietiin materiaaleille

7.3 Ratkaisuihin päätyminen

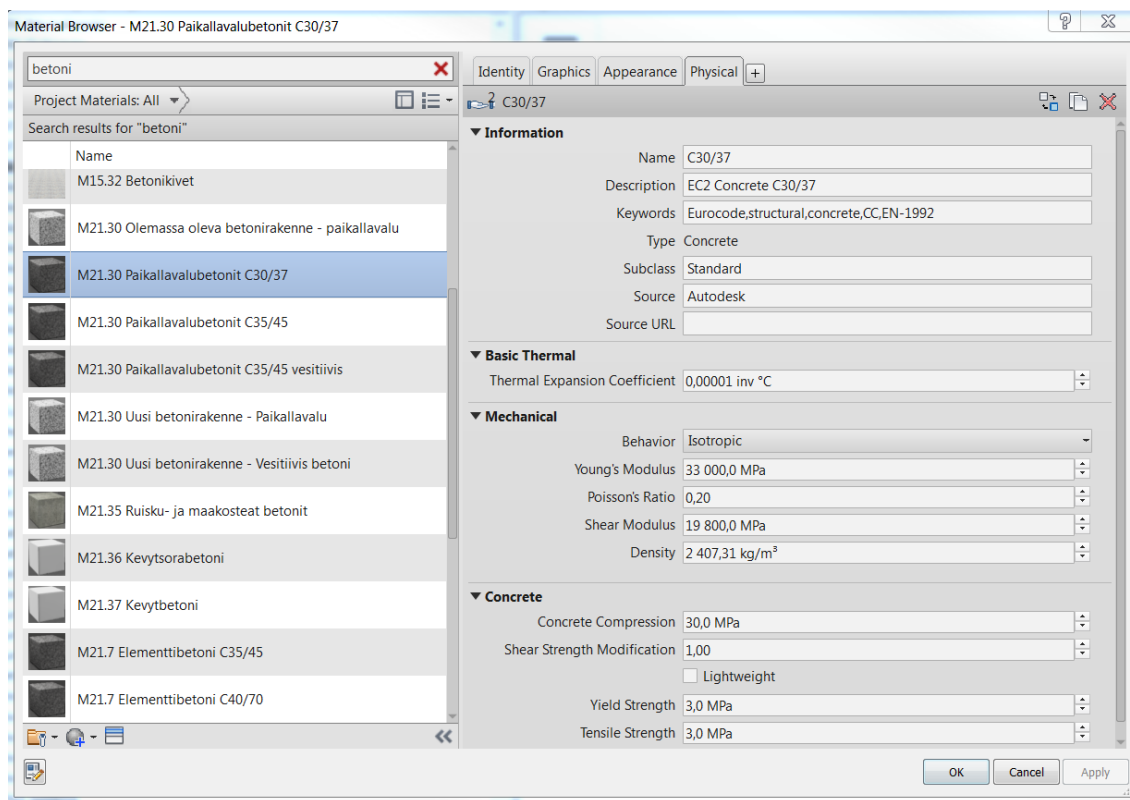
Ratkaisuja lähdettiin lopulta hakemaan sen kautta, että piirustuksia tullaan vielä käyttämään työmailla pääasiallisena dokumenttina rakentamiseen tulevana vuosina. Lisäksi ratkaisu esitystapoihin haluttiin pitää mahdollisimman yksinkertaisena, jotta siirtyminen AutoCAD-suunnittelusta Revit-suunnitteluun sujuisi mahdollisimman kivuttomasti. Myös RT-15-10635:n mukaisia ohjeistuksia haluttiin noudattaa mahdollisimman hyvin, vaikka ohjeistus kaipaakin päivittämistä tietomallinnuksen yleistyttyä. Esitystapaohjeistuksen viimeisin julkaisu on tehty vuonna 1997, jolloin piirustukset on vielä toteutettu muilla tavoilla.

Ratkaisuita varten tutkittiin Ramboll Finlandin useita uudisrakentamisen kohteita, joissa piirustukset on tuotettu Tekla Structuresilla. Esimerkkejä pyrittiin ottamaan suurista hankkeista, joissa on sekaisin sekä paikallavalettuja betonirakenteita, että elementtirakentamista. Mallia otettiin muun muassa Pasilaan rakennettavan Triplan piirustuksista sekä Hanasaaren kulttuurikeskuksen piirustuksista. Lisäksi apuna käytettiin Isossa-Britanniasta saatua tietomallia sekä piirustuksia.

Insinööritoimintaan lähdettäessä tavoite oli liittää esitystapaohje suoraan Ramboll Finlandin Revit-aloituspohjaan. Työn edetessä kuitenkin päätettiin, että esitystapaohje tullaan aluksi pitämään omana tiedostonaan, jota tullaan koekäyttämään Kruununhaan yläasteen pilottiprojektissa toteutussuunnitelmia tehtäessä. Toteutussuunnitteluvaihe on aikataulutettu päättyvän 30.6.2018. Tämän jälkeen esitystapaohje on tarkoitus viedä lopulta aloituspohjaan ja kaikkien projektien käytettäväksi ja materiaaleilla ajetaan lopulliset esitystavat. Tähän päädyttiin muun muassa aikataulullisista syistä. Lisäksi aloituspohjaan viemisen jälkeen ohjeistus on virallinen, joten päädyttiin ensin koekäyttämään ohjeistusta.

8 Kehitysmahdollisuudet

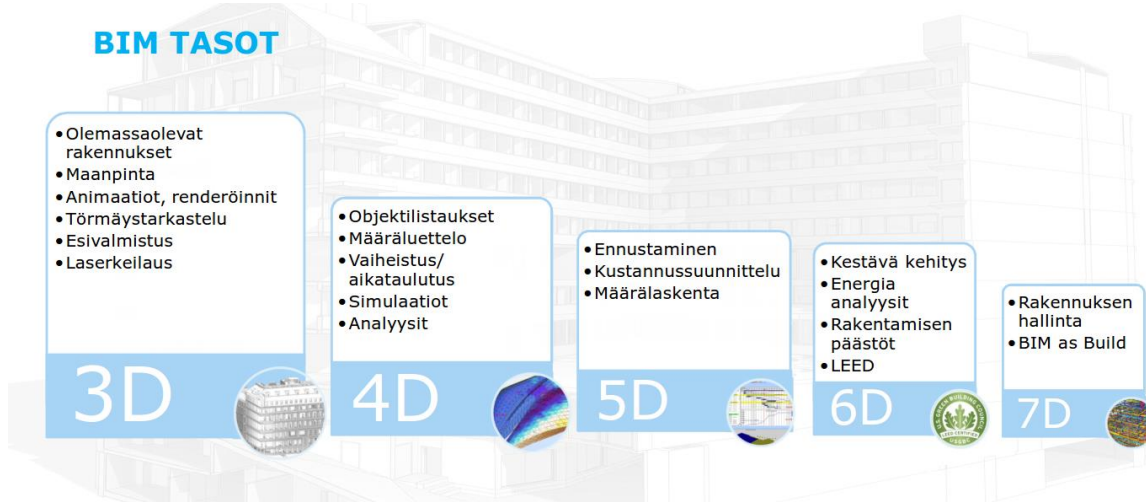
Ramboll Finlandin korjausrakentamisen yksikössä on Revitin hyödyntäminen aloitettu vauhdilla ja kiinnostus korjausrakennesuunnittelun tuottamiseen tietomallintamalla on suurta. Tietomallista saatava päätuote on vielä tällä hetkellä perinteinen kaksiulotteinen mustavalkoinen piirustus. Siirtyminen käyttämään Ruotsin ja Iso-Britannian mallin mukaisesti piirustuksissa 3D-kuvia sekä värejä, on hyvä ensiaskele kohti sitä, että jonain päivänä ei mahdollisesti perinteisiä piirustuksia enää käytetä pääasiallisena rakentamisen välineenä. Tietomallin informaation hyödyntäminen on jo nyt mahdollista esimerkiksi älypuhelimien saatavilla sovelluksilla, kuten Tekla Field 3D:llä. Kun mahdollisuudet saada tietomalli työmaalla kenen tahansa työntekijän puhelimella, on tietomallin vähäinen hyödyntäminen hämmentävää. Kolmiulotteinen malli antaa rakennuksesta huomattavasti paremman käsityksen, jos esimerkiksi vanha ja laajennusosa ovat eri tasossa, kuten Kruununhaan yläasteella.



Kuva 28. Revitiin voidaan viedä valmiiksi tiedot esimerkiksi betonin ominaisuuksista

Tässä työssä esitystapaohjeen laadinnassa lähdettiin lopulta siitä lähtökohdasta, että piirustuksilla tullaan rakentamaan vielä ainakin seuraavat 10 vuotta. Tämän vuoksi ulkopuolelle jätettiin tavat, joilla tietomalliin voidaan erotella rakenteet toisistaan. Näitä tulevaisuudessa käytettäviä tapoja on ainakin phasing eli vaiheistus ja parametrisointi. Vaiheistuksella saadaan näkymään objekteista vain tiettyyn vaiheeseen mallinnetut objektit, jonka käyttämistä esiteltiin tässä insinööriyössä. Parametrisoinnilla puolestaan voidaan päättää, mitä näkymissä jätetään näyttämättä ja mitä näytetään. Lisäksi tämän insinööriyön ulkopuolelle jätettiin lopulta aikakausien erottelu samasta syystä kuin vaiheistus ja parametrisointi hylättiin. Lisäksi haastateltavien kommentit Ruotsista vaikuttivat asian jättämiseen toistaiseksi vielä avoimeksi. Tulevaisuudessa tämä voidaan varmasti ottaa käyttöön Revitillä, sillä sen toteuttaminen yksinkertaisella objektiin sisältyvällä koodilla olisi jo nyt mahdollista, kuten Ruotsissa oli kokeiltu. Mahdollisuus tämän tiedon näkyviin saamiseksi esimerkiksi tagien avulla on varmasti selvittämisen arvoinen asia. Lisäksi kuvasta 28 nähdään, että rakennusmateriaaleille voidaan asettaa suoraan Revitiin laskennassa käytettäviä lähtötietoja. Materiaaleja on siis syytä luoda tulevaisuudessa esimerkiksi jokaisesta betonin lujuusluokasta omansa ja näin on Rambollilla tarkoitus tehdäkin,

kun esitystapaohje viedään aloituspohjaan. Tällöin materiaalien tiedot ovat valmiiksi tietomallissa, kun mallia hyödynnetään esimerkiksi rakenneanalyysiä tehtäessä. Samoin niiden avulla voidaan esimerkiksi laskea seinille U-arvot.



Kuva 29. BIMin tulevaisuuden tasot [25.]

Rakennusten tietomalleissa on tällä hetkellä todella paljon informaatiota, jota ei hyödynnetä. Kuvan 29 BIM:in tasoista käytännössä 3D-taso on ainoa, jota hyödynnetään. 4D-tasoa kohti ollaan tällä hetkellä menossa ja siksi kehitys materiaalien informaation suhteen Revittiin on ajankohtaista. Määrälaskenta ja rakenneanalyysien hyödyntäminen on jo osittain käytössäkin.

9 Yhteenveto

Tämän insinööriyön lähtökohtana oli luoda esitystapaohje Autodeskin Revitillä tuotettuihin piirustuksiin Ramboll Finland Oy:lle, korjausrakentamisen yksikölle. Yksikössä on otettu vahvaksi tavoitteeksi toteuttaa kaikki suuremmat suunnittelukohteet tietomallintamalla, joten esitystapaohje oli kiireellinen ja tarpeellinen. Käytännössä tavoitteena oli tuottaa esimerkit erilaisien objektien esitystavoista, kun ne tulostetaan piirustuksille. Työssä luotua esitystapaohjetta onkin helppo täydentää tulevaisuudessa, kun uusia tarpeelliseksi katsottavia materiaaleja tulee esiin. Jatkajan tulee ainoastaan tietää, miten uusia täyttöjä pystytään luomaan Revitiin.

Insinööriyöhön lähdettäessä kokemus Autodeskin Revitin käytöstä ja tietomallintamisesta olivat olemattomat. Ammattikorkeakoulun opetuksen sisältöön ei kuulu Autodeskin Revit, joten ohjelman opettelu alkoi vasta tämän insinööriyön myötä. Kokemuksen hankkiminen Revitistä olikin ensiarvoisen tärkeää, jotta ongelmaan pääsi paremmin sisälle ja oli mahdollista tuottaa esitystapaohje. Pilottiprojektin aloituksen venyminen marraskuulta 2017 tammikuuhun 2018 hidasti insinööriyön etenemistä, sillä Revit-kokemus oli alun perin tarkoitus hankkia täysin kyseisen projektin avulla. Lopulta kokemusta saatiin muutamana pienemmän projektin sekä pilottiprojektin kautta.

Tutkimusmenetelmänä toimivat myös haastattelut, jotka kohdennettiin Rambollin rakennetekniikan yksikköihin Ruotsissa, Norjassa, Tanskassa ja Isossa-Britanniassa. Näistä vastauksia saatiin vain Isosta-Britanniasta ja Ruotsista. Maista saatiin tietomallit, joiden sisällön avulla saatiin hyvää informaatiota ja ideoita Ramboll Finlandin aloituspohjan kehittämiseen eteenpäin. Myös vanhempien suunnittelijoiden kokemuksia ja näkökulmia otettiin huomioon varsinkin esitystapaohjetta luodessa.

Lisäksi muita tutkimusmenetelmiä olivat Ramboll Finland Oy:n sisäinen sharepoint, johon oli kerätty perustietoa Revitin käytöstä ja materiaalia peruskursseilta. Lisäksi internetlähteet, RT-kortisto ja pilottiprojektin lähtötieto aineisto olivat oleellinen osa työn aineistoa. Erityisesti RT-kortit, jotka koskivat yleisiä tietomallivaatimuksia sekä piirustusten esitystapaohjetta, toimivat suuntaa antavina tälle työlle.

Alkuperäisistä ajatuksista QR-koodin sisällyttäminen piirustuksiin ja aikakausien erottelu jätettiin työstä pois. Näistä ainakin aikakausien erottelua voidaan tulevaisuudessa hyödyntää, kun tietomallin sisältämää informaatiota hyödynnetään paremmin. QR-koodien käyttö piirustuksissa on käytännössä turhaa siihen asti, kunnes työmaalle saadaan enemmän käyttöön laitteita, joilla tietomalleja saadaan auki. Lisäksi ajatuksesta värien käyttämisestä piirustuksissa luovuttiin, sillä Suomessa eletään edelleen mustavalkoisuudessa rakennustyömailla.

Insinööriyön tavoitteena oli tuottaa esitystapaohje ja yhtenäistää käytännöt, joilla asioita esitetään Revit-piirustuksissa Ramboll Finlandin korjausrakentaminen ja tutkimukset -yksikössä. Esitystapaohjeeseen oli tavoitteena sisällyttää kantavista rakenteista betoni- sekä tiilirakenteet ja nämä nyt laaditusta esitystapaohjeesta löytyvät. Lisäksi vielä loppuvaiheessa päätettiin mukaan sisällyttää eristeet alkuperäisestä suunnitelmasta poiketen.

Esitystapaohjeesta tuli lopulta selkeä, yksinkertainen ja helppokäyttöinen. Esitystapaohje päättyi insinöörityön päättyessä koekäyttöön ja tämän jälkeen lisättäväksi aloitus pohjaan.

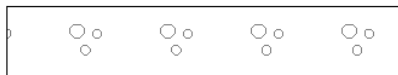
Lähteet

- 1 Rakennustietosäätiö RTS. ym. 2012, RT-1011066 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 1. Yleinen osuus
- 2 Ramboll Finlandin kotisivut, <http://www.ramboll.fi/>, luettu 15.11.2017
- 3 Kruununhaan yläasteen rakennustapaselostus talo 2000
- 4 Autodeskin kotisivut, <https://www.autodesk.fi/>, luettu 16.11.17
- 5 Arkkitehtuuri- ja muotoilutoimisto Talli Oy, Kruununhaan yläasteen rakennushistoriallinen selvitys, 02.02.2016
- 6 Arkssystemsin kotisivut, <http://www.arkssystem.fi/tuotteet/revit/>, luettu 19.11.17
- 7 Haavisto Ilkka. 2013. Tietomallintaminen korjausrakentamisen rakennesuunnittelussa. Tampere. Diplomityö. Saatavissa: <https://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/21576/haavisto.pdf?sequence=1>
- 8 Kruununhaan yläasteen inventointimalli, tarkastettu 4.11.2016
- 9 Helsingin kaupunki, inventointimalliselostus Kruunuhaan yläaste, luettu 23.11.2017
- 10 FGC:n kotisivut, <http://www.fcg.fi/fin/etusivu/>, luettu 23.11.2017
- 11 Toni Stolt. 2015. Korjausrakentamisen tietomallintaminen ja Tekla Structures -komponentit. Helsinki. Insinööritoimisto. Saatavissa: http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/99945/Opinnaytetty_Stolt_valmis.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- 12 Rakennustietosäätiö RTS. ym. 2012, RT-1011066 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 5. Rakennesuunnittelu
- 13 Kymdata Oy:n kotisivut, <http://www.cads.fi/>, luettu 23.11.2017
- 14 Rakennusteollisuuden kotisivut, <https://www.rakennusteollisuus.fi/>, luettu 28.11.2017
- 15 Asiantuntijahaastattelut
- 16 Autodesk Revit ohjelmiston ohje, Revit 2017 help, Autodesk Inc.

- 17 Sami Siloaho. 2017. MagiCAD for Revit tietomallipohjaisessa LVI-suunnittelussa. Helsinki. Insinööritoimisto. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/126818/Siloaho_Sami.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- 18 Rambollin sisäinen Sharepoint
- 19 Kruununhaan yläasteen BIM projektisuunnitelma, versio 20.10.2016
- 20 buildingSMARTin kotisivut, <https://buildingsmart.fi/>, luettu 27.12.2017
- 21 Tilastokeskus, <https://www.stat.fi/>, luettu 2.1.2018
- 22 Ympäristöministeriön kotisivut, <http://www.ym.fi/fi-FI>, Korjausrakentamisen strategia 2007-2017, luettu 27.12.2017
- 23 Rakennustietosäätiö RTS. ym. 2012, RT-1011066 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 2. Lähtötilanteen mallinnus
- 24 Rakennustietosäätiö RTS., RT 15-10635, ESITYSTAPAOHJEET, Rakennuspiirustukset
- 25 Kim Vikin powerpoint esitys, Revit in Ramboll, 6.6.2017
- 26 ProdLib Oy:n kotisivut, <https://www.prodlib.com/?lang=fj>, luettu 8.2.2018

Esitystapaohje

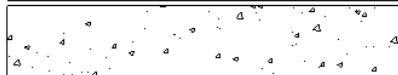
MATERIAALIT:



OLEMASSA OLEVA BETONIRAKENNE - PAIKALLAVALU



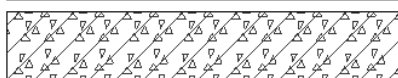
OLEMASSA OLEVA BETONIRAKENNE - ELEMENTTI



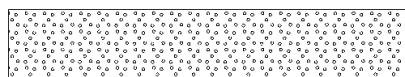
UUSI BETONIRAKENNE - PAIKALLAVALU



UUSI BETONIRAKENNE - ELEMENTTI



UUSI BETONIRAKENNE - VESITIIVIS BETONI



UUSI RAKENNE - KEVYTSORA



OLEMASSA OLEVA TIILIMUURAUUS



UUSI MUURAUUS - TIILI



UUSI MUURAUUS - KAHITIILI



UUSI MUURAUUS - TULENKESTÄVÄ MUURAUUS



UUSI MUURAUUS - KEVYTSORAHARKKO



OLEMASSA OLEVA ERISTE



UUSI ERISTE - PEHMEÄ ERISTE



UUSI ERISTE - PUR



UUSI ERISTE - XPS



UUSI ERISTE - KOVA ERISTE



LUONNOSMATERIAALI/TUNTEMATON